Número 118 · enero 2017 ISSN 2448-7589

ActaBotanicaMexicana



Relaciones genéticas entre formas silvestres, cultivadas e intermedias de frijoles de guía de Jalisco, México.

INECOL
Instituto de Ecología, A.C.

Acta Botanica Mexicana

núm. 118 Enero 2017



Acta Botanica Méxicana (ISSN 0187-7151) es una publicación del Instituto de Ecología, A.C. que aparece cuatro veces al año. Da a conocer trabajos originales e inéditos sobre temas botánicos y en particular los relacionados con plantas mexicanas. Todo artículo que se presente para su publicación deberá dirigirse al Comité Editorial de Acta Botanica Mexicana. Pueden reproducirse sin autorización pequeños fragmentos de texto siempre y cuando se den los créditos correspondientes. La reproducción o traducción de artículos completos requiere el permiso de la institución que edita la revista. Las normas editoriales e instrucciones para los autores pueden consultarse en la página abm.ojs.inecol.mx.

Acta Botanica Méxicana está actualmente incluida en los siguientes índices y bases de datos de literatura científica: Biological Abstracts, BIOSIS Previews, Dialnet, Índice de Revistas Mexicanas de Investigación Científica y Tecnológica del CONACyT, Journal Citation Reports/Science Edition (con cálculo de factor de impacto), Latindex – Catálogo, RedALyC, SciELO Citation Index y Scopus.ducts Abstracts, Latindex y Seriunam.

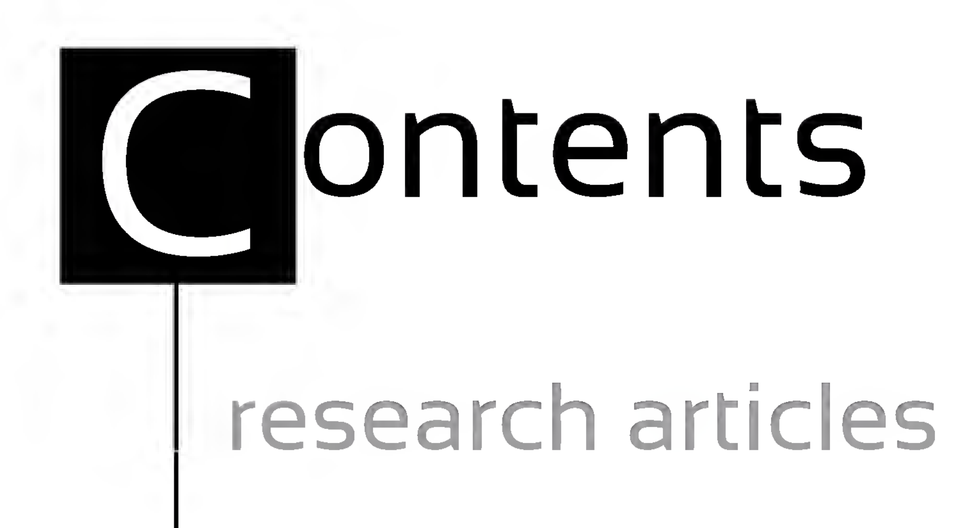
Acta Botanica Mexicana, Núm. 118, enero 2017. Publicación trimestral editada por el Instituto de Ecología, A.C., a través del Centro Regional del Bajío. Editor responsable: Marie-Stéphanie Samain. Reservas de Derechos al Uso Exclusivo No. 04-2004-071919275100-102, ISSN 0187-7151, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Certificado de Licitud de título No. 13454, Certificado de Licitud de Contenido No. 11027, otorgados por la Comisión Calificadora de Publicaciones y Revistas Ilustradas de la Secretaría de Gobernación. Domicilio de la publicación: Ave. Lázaro Cárdenas 253, C.P. 61600 Pátzcuaro, Michoacán, México. Tel. +52 (434) 3 42 26 98. abm.ojs.inecol.mx.



artículos de investigación

Portada:





Contents

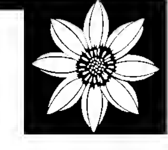
research articles

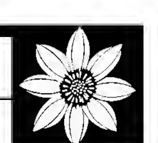
Cover:



ARTÍCULOS DE INVESTIGACIÓN

RESEARCH ARTICLES





Revisión taxonómica de *Salvia* subgénero *Calosphace* sección *Scorodoniae* (Lamiaceae), endémica de México

Taxonomic revision of *Salvia* subgenus *Calosphace* section *Scorodoniae* (Lamiaceae), endemic to Mexico

Edgar Ismael Olvera Mendoza[1], Brenda Y. Bedolla García[2] y Sabina I. Lara Cabrera[1,3]

1 Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Facultad de Biología, Laboratorio de Sistemática Molecular de Plantas, Ciudad Universitaria, Francisco J. Mújica, s.n., Edif. B2-3er piso, Colonia Felicitas del Río, Apdo. postal. 58066, Morelia, Michoacán, México.

2 Instituto de Ecología, A.C., Centro Regional del Bajío, Apdo. postal 386, 61600 Pátzcuaro, Michoacán, México.

3 Autor para la correspondencia: slaracabrera@gmail.com

Citar como:
Olvera Mendoza, E. I., B. Y. Bedolla García y S. I. Lara Cabrera. 2017. Revisión taxonómica de *Salvia* subgénero *Calosphace* sección *Scorodoniae* (Lamiaceae), endémica de México. Acta Botanica Mexicana 118: 7-39. DOI: http://dx.doi.org/10.21829/abm118.2017.1198

Recibido: 26 de abril de 2016.
Revisado: 6 de julio de 2016.
Aceptado: 13 de septiembre de 2016.

DOI:
http://dx.doi.org/10.21829/abm118.2017.1198

Resumen:

Antecedentes y Objetivos: Se reevalúa la sección mexicana *Scorodoniae* de *Salvia* subgénero *Calosphace*. Como parte de los esfuerzos para conocer la flora mexicana varios autores se encuentran revisando la circunscripción de las secciones de *Calosphace sensu* Epling, incluyendo sus caracteres diagnósticos y la descripción de sus especies. Aún con el breve tratamiento de Turner permanecen algunas especies de difícil determinación en *Salvia* secc. *Scorodoniae*. El objetivo de este trabajo fue realizar una diagnosis para *Scorodoniae,* proporcionar descripciones para cada especie, información sobre sinonimia, ejemplares tipo, así como una clave de identificación y mapas de distribución.

Métodos: Se revisaron 460 especímenes de *Salvia* secc. *Scorodoniae* depositados en los herbarios EBUM, ENCB, IEB, MEXU y UAMIZ. La identificación se realizó con ayuda de tratamientos taxonómicos, protólogos y revisión de ejemplares tipo.

Resultados clave: Se sinonimiza a *S. tepicensis* en *S. aequidistans*. Se reconocen como especie *S. dugesii* y *S. gonzalezii* que habían sido tratadas como sinónimos de *S. melissodora* y *S. pannosa* respectivamente. Se incorpora a esta sección a *Salvia fruticulosa*, originalmente ubicada en la sección *Tomentellae*.

Conclusiones: Se reconocen en *Salvia* sección *Scorodoniae* 16 especies, las cuales se caracterizan por tener lámina foliar deltoide, ovada a ovado-lanceolada o lanceolada elíptica, con el haz bullado-rugoso y flores pequeñas.

Palabras clave: distribución, México, revisión taxonómica, sinonimia.

Abstract:

Background and Aims: The Mexican section *Scorodoniae,* of *Salvia* subgenus *Calosphace* is reviewed. Contributing to the efforts to know the Mexican flora several sections *sensu* Epling are being reviewed by different authors, including diagnostic characters and species descriptions. Even with Turner's short treatment of *Salvia* sect. *Scorodoniae* several species remained difficult to identify. The objective of this research was to diagnose *Scorodoniae*, provide species descriptions, synonyms, type specimens, an identification key and distribution maps.

Methods: Four hundred and sixty specimens of *Salvia* secc. *Scorodoniae* deposited at EBUM, ENCB, IEB, MEXU y UAMIZ were reviewed. Identification was made using several taxonomic treatments, protocols and type specimens.

Key results: *Salvia tepicensis* is a synonym of *S. aequidistans*. *Salvia dugesii* and *S. gonzalezii* are recognized as species and no longer treated as synonyms of *S. melissodora* y *S. pannosa* respectively. *Salvia fruticulosa* previously classified in sect. *Tomentellae* is now placed in *Scorodoniae.*

Conclusions: Sixteen species of *Salvia* section *Scorodoniae* are recognized, characterized by the deltoid, ovate to ovate-lanceolate or elliptic-lanceolate lamina, with bullate-rugose upper surface, and their small flowers.

Key words: distribution, Mexico, synonymy, taxonomic revision.

Introducción

El género *Salvia* L. se considera un género gigante (Frodin, 2004) por contar con cerca de 1000 especies; se ubica en la familia Lamiaceae, subfamilia Nepetoideae y tribu Mentheae (Ramamoorthy y Elliott, 1998). Además de su gran diversidad en el mundo, varias de las especies de *Salvia* cuentan con potencial económico por sus propiedades medicinales, culinarias u ornamentales (Yagi et al., 1989; Ahmed et al., 1994; Guillén et al., 1996; Chen et al., 1999; Grundmann et al., 2007; Kamatou et al., 2008).

Una muestra de la complejidad de *Salvia* es su clasificación en cinco subgéneros: *Audibertia* (Benth.) Epling, *Calosphace* (Benth.) Epling, *Salvia* (Benth.) Epling, *Sclarea* (Benth.) Epling y *Leonia* (Benth.) Epling (Bentham, 1836, 1876; Epling, 1939). *Calosphace* es el subgénero más grande con ca. 500 especies, propias del continente americano, encontrándose desde el suroeste de EUA hasta Argentina (Ramamoorthy y Elliott, 1998). Se distingue del resto de los subgéneros por presentar las dos ramas posteriores de los conectivos fusionadas, aunque secciones como *Hastatae* (7 especies), *Blakea* (4), *Standleyana* (1) y *Axillares* (1) no las presentan completamente fusionadas (Walker, 2006). En México se distribuyen ca. 312 especies, de las cuales 88% son endémicas y representan 60 de las secciones *sensu* Epling (Ramamoorthy y Elliott, 1998). Epling (1939) dividió a *Calosphace* en 93 secciones, posteriormente incrementándolas hasta 104 (Epling, 1940, 1941, 1944, 1947, 1951; Epling y Mathias, 1957).

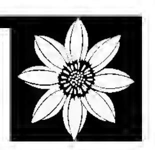
La clasificación seccional de Epling (1939) se continúa utilizando por ser el único tratamiento comprensivo para *Calosphace*, aunque varios autores han criticado la pertinencia y definición de las secciones, por la homoplasia en varios de los caracteres, la distribución disyunta de algunas secciones y casos de sinonimia de especies ubicadas en secciones distintas (Standley y Williams, 1973; Ramamoorthy, 1984a). A pesar de que a la fecha no se cuenta con una revisión para *Calosphace* posterior a Epling (1939), en años recientes se han reevaluado 18 de las 104 secciones, principalmente con evidencia morfológica: *Dusenostachys* Epling (Reisfield, 1987), *Nobiles* (Benth.) Epling (Santos, 1991; Santos y Harley, 2004), *Longipes* Epling (Fernández-Alonso, 1995), *Rudes* (Benth.) Epling (Santos, 1996), *Ekmania* Epling (Torke, 2000), *Secundae* Epling (Santos, 2004) y *Siphonantha* Epling (Fernández-Alonso, 2006). De las secciones endémicas para México o mayormente mexicanas, se han estudiado *Farinaceae* (Benth) Epling (Peterson, 1978; Turner 2008), *Sigmoideae* Epling (Espejo y Ramamoorthy, 1993), *Axillares* Epling (Turner 1996), *Farinaceae* (Benth.) Epling (Turner, 2008), *Scorodoniae* Epling (Turner, 2009), *Iodanthae* Epling, *Polystachyae* Epling y *Purpureae* Epling (Bedolla-García, 2012), *Lavanduloides* Epling (Fragoso, 2014) y *Membranaceae* (Benth.) Epling (González, 2014).

En el presente trabajo se contribuye al conocimiento taxonómico de *Calosphace,* con la revisión y evaluación de la sección mexicana *Scorodoniae*, en la cual, aunque Turner (2009) realizó una breve discusión de la sección e incorporó en ésta a *Salvia pericona* B.L. Turner y *Salvia tenorioi* Ramamoorthy ex B.L. Turner, la delimitación e identificación de *Scorodoniae* y sus especies no fueron totalmente esclarecidas.

Materiales y métodos

Se revisaron 460 ejemplares depositados en los herbarios EBUM, ENCB, IEB, MEXU y UAMIZ. La identificación se realizó utilizando las principales claves y tratamientos (Epling, 1939, 1940, 1941; Standley y Williams, 1973; Turner, 2009; Rzedowski et al., 2010). Adicionalmente se consultaron los protólogos de todas las especies (Lagasca, 1816; Lamark y Poiret, 1817; Bentham, 1836; Sessé y Mociño, 1894; Fernald, 1900, 1901; Brandegee, 1908; Fernald, 1910; Standley y Williams, 1973; Turner, 2009) y se observaron ejemplares tipo en JSTOR Global Plants (JSTOR, 2000-2016).

Finalmente se realizaron mapas de distribución de las especies, utilizando la información de las etiquetas de colecta; se georreferenciaron los ejemplares. En los casos en que la etiqueta no presentaba información de latitud y longitud se utilizó Google Maps (Google, s.f.)



obteniendo las coordenadas a partir de la localidad citada. Los mapas se generaron en DIVA-GIS versión 7.5 (Hijmans, 2012).

Historia taxonómica de la sección *Scorodoniae*

La historia de *Scorodoniae* comienza en el siglo XIX con la descripción de *Salvia melissodora* Lag. (Lagasca, 1816) y *S. scorodoniaefolia* Desf. ex Poir. (Lamarck y Poiret, 1817). Bentham (1836) realiza el primer trabajo de recopilación para *Salvia* en el que describe dentro de su sección *Calosphace* subsección *Brachyanthae* a *S. breviflora* Moc. & Sessé ex Benth., *S. fruticulosa* Benth. y *S. keerlii* Benth., además, considera como sinónimo de *S. scorodonia* Desf. ex Poir. a *S. melissodora.*

Fernald (1900) describe tres nuevas especies: *S. aequidistans* Fernald, *S. conzatti* Fernald, *S. nelsonii* Fernald y una variedad, *S. scorodoniaefolia* var. *crenaea* Fernald. Adicionalmente distingue series dentro de la sección *Brachyanthae* de Bentham, ubicando las especies en *Brachyanthae* serie *Scorodoniae,* con excepción de *S. breviflora* en la serie *Vulgares* (Cuadro 1). Posteriormente describe a *S. albicans* Fernald, *S. dugesii* Fernald, *S. gonzalezii* Fernald, *S. rupicola* Fernald y *S. tepicensis* Fernald y las ubica en *Brachyanthae* serie *Scorodoniae*. La última especie del grupo, *S. ramosa* Brandegee, fue descrita en 1908 y ubicada por Fernald (1910) en *Brachyanthae* serie *Scorodoniae.*

En su revisión de *Calosphace* Epling (1939) asciende la sección de Bentham a subgénero. En su clasificación seccional crea y delimita la sección *Scorodoniae* con 12 especies incluyendo cuatro nuevas: *S. occidua* Epling, *S. paupercula* Epling, *S. reducta* Epling y *S. variana* Epling. Considera como sinónimos de *S. breviflora* a *S. albicans* y *S. nelsonii*; en *S. pannosa* Fernald considera sinónimo a *S. gonzalezii* Fernald; como sinónimo de *S. melissodora* a *S. dugesii, S. microphylla* Sessé et Moc. (non *Salvia microphylla* Kunth.), *S. scorodonia* Benth., *S. scorodoniaefolia* y *S. scorodoniaefolia* var. *crenae*; finalmente *S. scorodoniaefolia* var. *subsessilis* Benth. es ubicada como sinónimo de *S. tepicensis.*

En la publicación de Epling (1939) un aparente error de imprenta omite en el nombre de la sección la "e" de *Scorodoniae* nombrándola *"Scorodonia"*. Este error se ha replicado en trabajos posteriores; sin embargo, de acuerdo con el artículo 60.1 del Código Internacional de Nomenclatura Botánica (McNeill et al., 2012) la tipografía correcta para la sección debe ser *"Scorodoniae".*

Posteriormente, Epling (1941) incorpora a *Scorodoniae* las especies que había clasificado en la sección *Uricae* (Epling, 1939): *Salvia amarissima* Ortega y *S. urica* Epling. Hasta ese momento la sección incluía solo especies mexicanas, con la excepción de *S. reducta* cuya distribución llega hasta Guatemala; sin embargo, en la Flora de Guatemala (Standley y Williams, 1973) se considera que *Salvia reducta* es sinónimo de *S. polystachia* Cav., quedando *Scorodoniae* como sección endémica a México. Turner (2009) incorpora en *Scorodoniae* tres nuevas especies: *S. boegei* Ramamoorthy (1984b), *S. pericona* y *S. tenorioi*, además incluye a *S. ramosa* como sinónimo de *S. variana* y excluye de *Scorodoniae* a *S. amarissima* y *S. urica* (previamente *Uricae*). Recientemente se describió una nueva especie para *Scorodoniae*, *Salvia evadens* J.G. González y Art. Castro (González y Castro, 2016).

Resultados

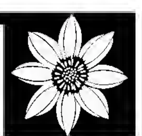
Morfología

El hábito de la mayoría de las especies de la sección *Scorodoniae* es arbustivo, de 0.5 hasta 3.5 m. de altura, ocasionalmente herbáceo perenne (*S. evadens*, *S. pericona* y *S. occidua*).

La presencia de tricomas simples, glandular-capitados y dendríticos en órganos vegetativos y reproductivos (Fig. 1) ayuda a reconocer a las especies de *Scorodoniae*. Los tricomas dendríticos varían en la longitud de las ramas laterales respecto a la principal; los dendríticos largos con ramas laterales de casi 1/2 del largo de la rama principal, en *S. dugesii*, *S. paupercula*, *S. ramosa* y *S. variana* (Fig. 1I) y los dendríticos cortos de *S. fruticulosa* (Fig. 1J) que presentan ramas laterales de 1/4 del largo de la rama principal.

Cuadro 1: Cronología de la clasificación de las especies *Salvia* sección *Scorodoniae*.

Bentham (1833-1836)	Fernald (1900 y 1910)	Epling (1939)	Epling (1941)	Turner (2009)	Este trabajo
Género *Salvia*	Género *Salvia*	Género *Salvia*	Género *Salvia*	Género *Salvia*	Género *Salvia*
Subg. *Calosphace*	Secc. *Calosphace*	Subg. *Calosphace*	Subg. *Calosphace*	Subg. *Calosphace*	Subg. *Calosphace*
Secc. *Calosphace*	Subsecc. *Brachyanthae*	Secc. *Scorodoniae*	Secc. *Scorodoniae*	Secc. *Scorodoniae*	Secc. *Scorodoniae*
Subsecc. *Brachyanthae*	§ Scorodoniae Fernald	*S. aequidistans* Fernald	*S. aequidistans* Fernald	*S. aequidistans* Fernald	*S. aequidistans* Fernald
S. breviflora Moc. y Sessé ex	*S. aequidistans* Fernald	*S. breviflora* Moc. y Sessé ex	*S. amarissima* Ortega	*S. boegei* Ramamoorthy	= *S tepicensis* Fernald
Benth.	*S. conzatti* Fernald	Benth.	*S. melissodora* Lag.	*S. breviflora* Moc. y Sessé ex	= *S. scorodoniaefolia* var.
S. fruticulosa Benth.	*S. dugesii* Fernald	= *S. nelsonii* Fernald	= *S. scorodoniaefolia* Desf.	Benth.	*subsessilis* Benth.
S. keerlii Benth.	*S. fruticulosa* Benth.	= *S. albicans* Fernald	ex Poir.	= *S. nelsonii* Fernald	*S. boegei* Ramamoorthy
S. melissodora Lag.	*S. gonzalezii* Fernald	*S. melissodora* Lag.	= *S. scorodoniaefolia* var.	= *S. albicans* Fernald	*S. breviflora* Moc. y Sessé ex
S. microphylla Sessé and Moc.	*S. keerlii* Benth.	= *S. scorodoniaefolia* Desf.	*crenaea* Fernald	*S. keerlii* Benth.	Benth.
S. scorodoniaefolia Desf. ex	*S. microphylla* Sessé and Moc.	ex Poir.	= *S dugesii* Fernald	*S. melissodora* Lag.	= *S. nelsonii* Fernald
Poir.	*S. nelsonii* Fernald	= *S. scorodoniaefolia* var.	*S. keerlii* Benth.	= *S. scorodoniaefolia* Desf.	= *S. albicans* Fernald
	S. pannosa Fernald	*Crenaea* Fernald	*S. breviflora* Moc. y Sessé ex	ex Poir.	*S. dugesii* Fernald
	S. ramosa Bandegee	= *S dugesii* Fernald	Benth.	= *S. scorodoniaefolia* var.	*S. evadens* J. González y Art.
	S. rupicola Fernald	*S. keerlii* Benth.	= *S. nelsonii* Fernald	*Crenaea* Fernald	Castro
	S. scorodoniae Desf. ex Poir.	*S. occidua* Epling	= *S. albicans* Fernald	= *S dugesii* Fernald	*S. fruticulosa* Benth.
	= *S. melissodora* Lag.	*S. pannosa* Fernald	*S. pannosa* Fernald	*S. occidua* Epling	= *S. conzatti* Fernald
	S. scorodoniaefolia var. *crenaea*	= *S. gonzalezii* Fernald	= *S. gonzalezii* Fernald	*S. pannosa* Fernald	*S. gonzalezii* Fernald
	Fernald	*S. paupercula* Epling	*S. ramosa* Bandegee	= *S. gonzalezii* Fernald	*S. keerlii* Benth.
	S. scorodoniaefolia var.	*S. ramosa* Bandegee	*S. rupicola* Fernald	*S. paupercula* Epling	*S. melissodora* Lag.
	subsessilis Benth.	*S. reducta* Epling	*S. tepicensis* Fernald	*S. pericona B. L.* Turner	= *S. scorodoniaefolia* Desf.
	S. tepicensis Fernald	*S. rupicola* Fernald	= *Salvia scorodoniaefolia* var	*S. ramosa* Bandegee	ex Poir.
	Secc. *Calosphace*	*S. tepicensis* Fernald	*subsessilis* Benth	= *S. variana* Epling	= *S. scorodoniaefolia* var.
	Subsecc. *Brachyanthae*	= *Salvia scorodoniaefolia* var	*S. urica* Epling	*S. rupicola* Fernald	*crenaea* Fernald
	§ *Vulgares*	*subsessilis* Benth.	*S. occidua* Epling	*S. tenorioi* Ramamoorthy ex B.	= *S. rupicola* Fernald
	S. breviflora Moc. y Sessé ex	*S. variana* Epling	*S. paupercula* Epling	L. Turner	*S. occidua* Epling
	Benth.	Secc. *Tomentellae*	*S. reducta* Epling	*S. tepicensis* Fernald	*S. pannosa* Fernald
	Secc. *Calosphace*	*S. fruticulosa* Benth.	*S. variana* Epling	= *Salvia scorodoniaefolia* var	*S. paupercula* Epling
	Subsecc. *Macrostachyae*	= *S. conzatti* Fernald	Secc. *Tomentellae*	*subsessilis* Benth.	*S. pericona B. L.* Turner
	S. albicans Fernald	Secc. *Uricae*	*S. fruticulosa* Benth.	Secc. *Uricae*	*S. ramosa* Bandegee
		S. amarissima Ortega	= *S. conzatti* Fernald	*S. amarissima* Ortega	*S. tenorioi* Ramamoorthy ex B.
		S. urica Epling		*S. urica Epling*	L. Turner
					S. variana Epling
					Secc. *Uricae*
					S. amarissima Ortega
					S. urica Epling



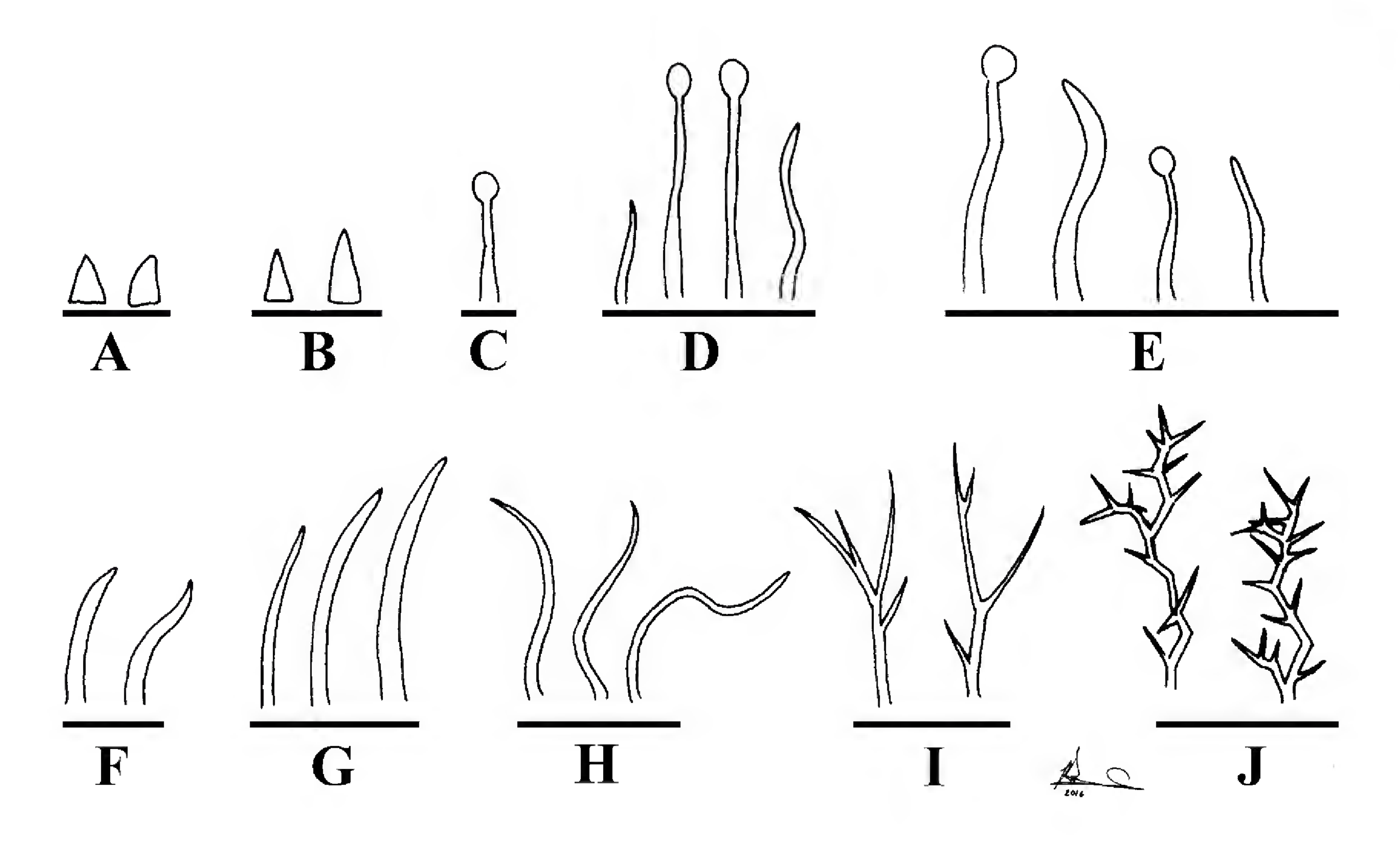


Figura 1: Forma de los tricomas del cáliz de *Salvia* L. sección *Scorodoniae*: A. *S. pericona* B.L. Turner; B. *S. pannosa* Fernald; C. *S. evadens* J.G. González & Art. Castro; *S. paupercula* Epling y *S. tenorioi* Ramamoorthy ex B.L. Turner; D. *S. aequidistans* Fernald y *S. gonzalezii* Fernald; E. *S. melissodora* Lag.; F. *S. occidua* Epling; G. *S. keerlii* Benth.; H. *S. breviflora* Moc. & Sessé y *S. boegei* Ramamoorthy; I. *S. dugesii* Fernald, *S. ramosa* Brandegee y *S. variana* Epling; J. *S. fruticulosa* Benth. Ilustrado por José Manuel Ramírez Amezcua.

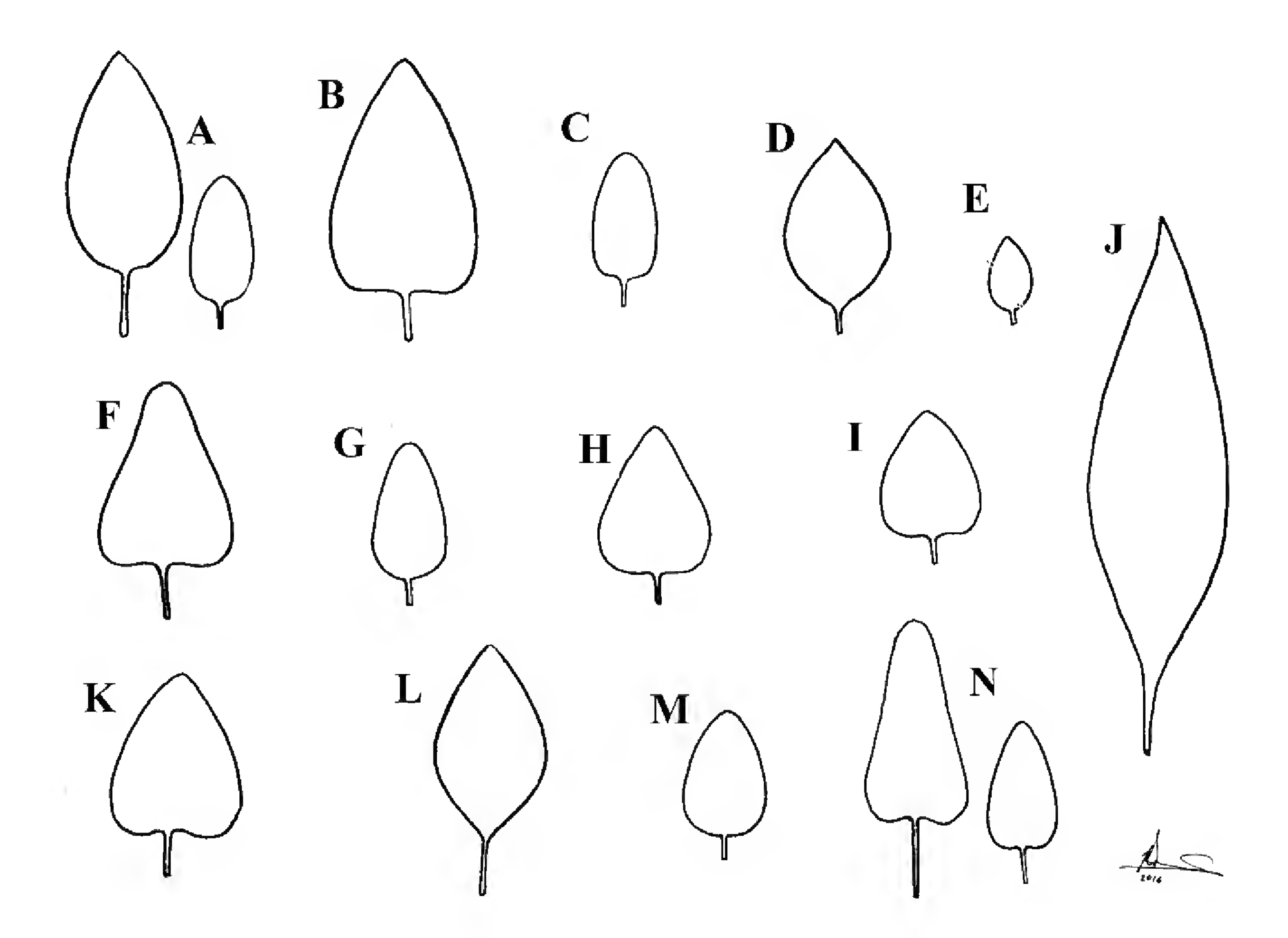


Figura 2: Forma de la lámina foliar de *Salvia* L. sección *Scorodoniae:* A. *S. fruticulosa* Benth.; B. *S. dugesii* Fernald; C. *S. paupercula* Epling; D. *S. boegei* Ramamoorthy; E. *S. tenorioi* Ramamoorthy ex B.L. Turner; F. *S. pericona* B.L. Turner, G. *S. ramosa* Brandegee; H. *S. gonzalezii* Fernald y *S. variana* Epling; I. *S. evadens* J.G. Gonzalez & Art. Castro y *S. melissodora* Lag.; J. *S. occidua* Epling; K. *S. keerlii* Benth.; L. *S. breviflora* Moc. & Sessé; M. *S. aequidistans* Fernald; N. *S. pannosa* Fernald.Las inflorescencias son indefinidas, en racimos o panículas, espiciformes, de 3 a 30 cm de largo, con verticilastros a lo largo del raquis, distanciados 2 a 33 mm en la parte media, de 2 a 12 flores pediceladas. Las brácteas en las especies de *Scorodoniae* son pronto deciduas, ovadas o acuminadas, con el margen entero. Ilustrado por José Manuel Ramírez Amezcua.

Los tallos son ramificados, cuando jóvenes presentan tricomas simples, glandular-capitados o dendríticos, conforme maduran las ramas comienzan a ser glabrescentes. La longitud de los tricomas normalmente es de 0.1 a 0.6 mm, encontrándose los más largos en *S. pericona* (0.6 mm) y ocasionalmente en *S. keerlii* (0.4 a 0.6 mm).

Las láminas foliares se caracterizan por presentar el haz bullado-rugoso, margen aserrado y ápice agudo (*S. boegei, S. breviflora, S. fruticulosa, S. melissodora, S. occidua* y *S. pericona*), agudo a obtuso (*S. aequidistans, S. dugesii, S. gonzalesii, S. evadens, S. keerlii, S. pannosa, S. ramosa, S. tenorioi* y *S. variana*) o siempre obtuso en *S. paupercula*. La forma de la lámina foliar es deltoide, ovada a ovado-lanceolada y lanceolada elíptica únicamente en *S. occidua*; la base de la lámina generalmente es cordada, con algunas láminas truncas o redondeadas y cuneada en *S. breviflora, S. fruticulosa* y *S. occidua.* La longitud de la lámina foliar es de 0.5 a 12 cm de largo y 0.5 a 4.5 cm de ancho; en *S. occidua* se encuentran las más largas (8 a 12 cm), y las más cortas en *S. gonzalezii* (1 a 2.2 cm), *S. paupercula* (1.5 a 2 cm) y *S. tenorioi* (0.6 a 2 cm). El peciolo es de 2 a 40 mm de largo, con los más cortos en *S. paupercula* (1 a 8 mm), *S. occidua* (5 a 7 mm) y *S. gonzalezii* (5.5-10 mm), y los más largos de 15 a 40 mm en *S. keerlii, S. melissodora, S. pannosa* y *S. pericona* (Fig. 2).

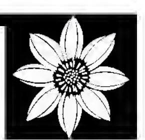
Flores bilabiadas con pedicelo, corolas generalmente de color azul a morado, blancas en *S. occidua* y *S. pericona*, ocasionalmente también en *S. breviflora* y *S. pannosa*; amarillo-rojizas en *S. tenorioi* y rosa a guinda en *S. variana*. Flores de 6 a 23 mm de largo, la mayor variación en la longitud de la flor se encuentra en *S. melissodora* (6 a 18 mm) y *S. dugesii* (5 a 15 mm); *S. ramosa* presenta las flores más pequeñas (6.5 a 8 mm), mientras que las de *S. pericona* (16 mm) y *S. evadens* (23mm) son las más grandes. El labio superior es galeado, en el dorso se presentan tricomas simples (*S. aequidistans, S. boegei, S. gonzalezii, S. keerlii, S. occidua, S. pannosa, S. pericona*), glandular-capitados (*S. dugesii, S. melissodora, S. tenorioi*) y dendríticos (*S. fruticulosa, S. ramosa*), en *S. variana* se pueden encontrar tricomas simples y glandular-capitados a la vez; el labio inferior es trilobado, generalmente más largo que el superior y ocasionalmente son subiguales. Al interior del tubo de la corola generalmente se encuentran de 2 a 4 papilas excepto en *S. evadens, S. keerlii, S. pannosa* y *S. pericona* que carecen de papilas.

Cálices tubulares a campanulados, de 3.5 a 11 mm de largo, los más largos se encuentran en *S. evadens* (7 a 7.6 mm) y *S. pericona* (8 a 11 mm); lóbulos obtusos o ligeramente agudos, el lóbulo superior entero con 5 a 7 venas, el lóbulo inferior bífido, la mayoría de las especies con pubescencia vilosa, algunas canescente (*S. boegei, S. breviflora* y *S. fruticulosa*) y glabrescente (*S. gonzalezii y S. pannosa*); con tricomas simples (*S. boegei, S. breviflora, S. keerlii, S. occidua, S. paupercula* y *S. pericona*), glandular-capitados (*S. tenorioi*), simples y/o glandular-capitados (*S. aequidistans, S. gonzalezii, S. melissodora y S. pannosa*) o dendríticos (*S. dugesii, S. fruticulosa, S. ramosa* y *S. variana*) (Fig. 1).

Androceo con dos estambres fértiles, anteras elipsoides, dorsifijas y monotecas, dispuestos en la parte anterior de la corola, veccinario con un diente retrorso y dos estaminodios en el interior del tubo de la corola. El gineceo está constituido por un estilo barbado, formando dos ramas estigmáticas, la rama posterior de casi el doble de largo que la anterior, ginobásico, ovario tetralobulado, tetralocular y tetraovulado. Mericarpos ovoides, 1 a 3.5 mm de largo por 0.8 a 2 mm de ancho, marrones claro, lisos, glabros.

Distribución y fenología

Las especies de *Scorodoniae* se distribuyen en cinco de las regiones fisiográficas de México *sensu* Rzedowski (1978); Sierra Madre Occidental, Faja Volcánica Transmexicana, Sierra Madre Oriental, Altiplano Mexicano y Sierra Madre del Sur (Fig. 3). En altitudes de 1500 a 2500 m, excepto *S. aequidistans* (200 a 1400 m), *S. evadens* (1150 a 1400 m), *S. gonzalezii* (1200 a 1400 m) y *S. occidua* (200 a 900 m), que se encuentran a menor altitud que las demás especies, mientras que a mayor altitud se localizan *S. pannosa* y *S. keerlii,* alcanzando los 2900 y 3100 m respectivamente (Fig. 4).



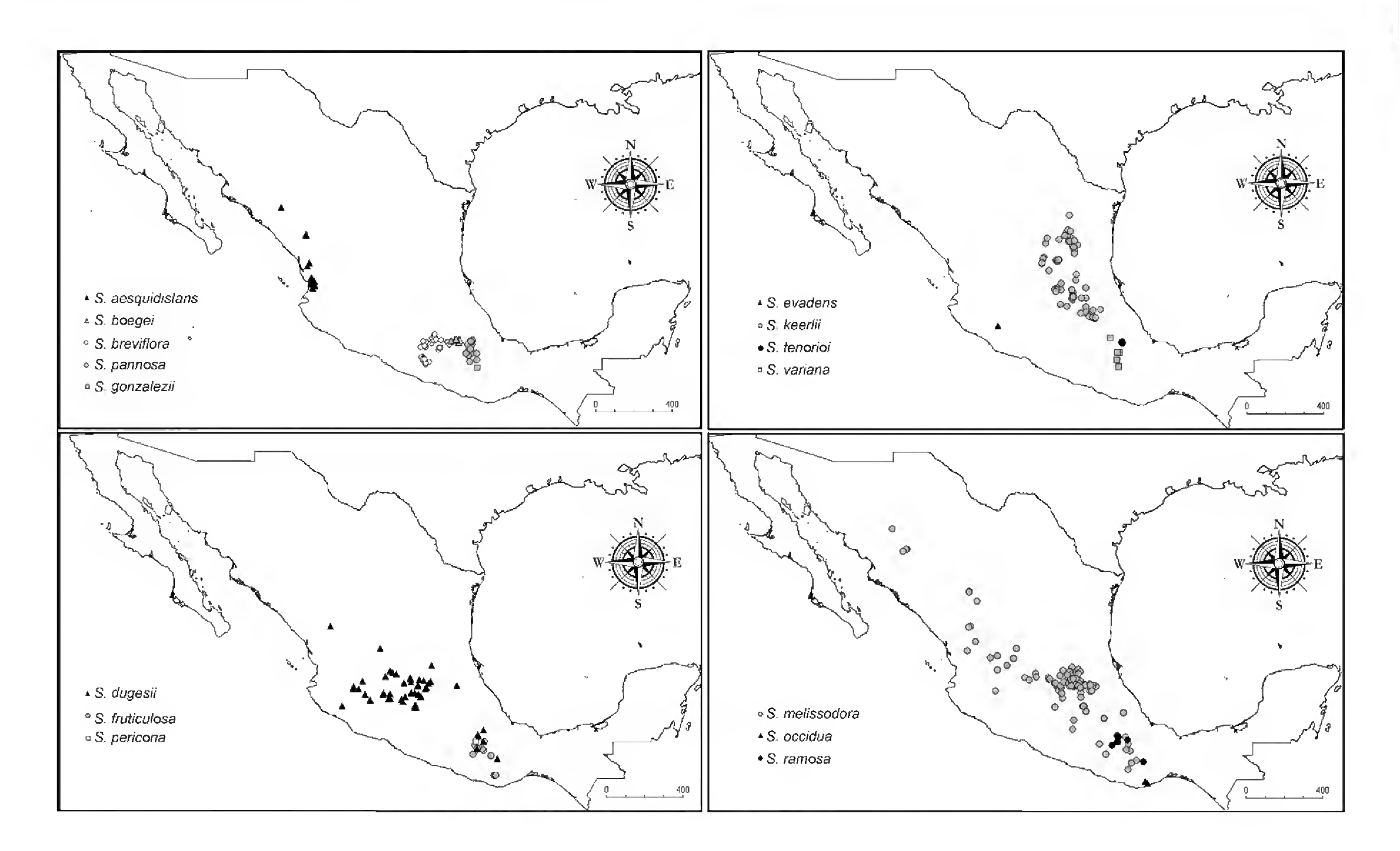


Figura 3: Distribución de las especies de *Salvia* L. sección *Scorodoniae.*

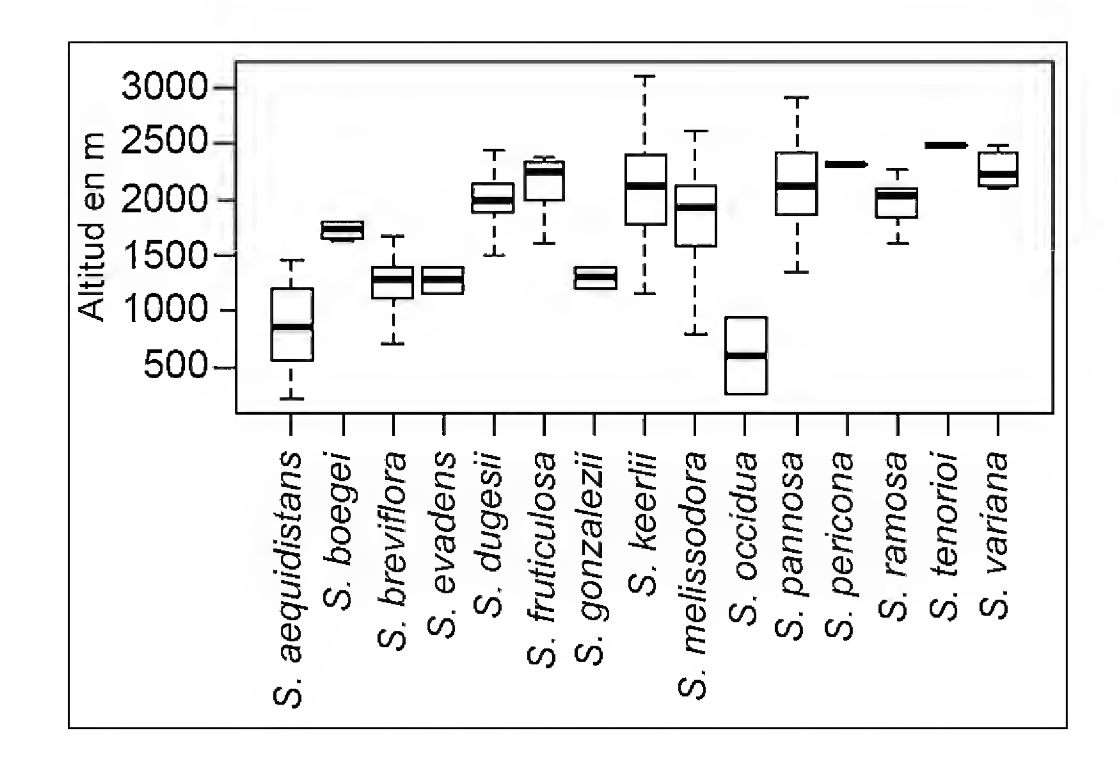


Figura 4: Rango altitudinal de distribución de las especies de *Salvia* L. sección *Scorodoniae*.

De las 16 especies, 13 habitan en matorral xerófilo o bosque tropical caducifolio, aunque también se distribuyen en otros tipos de vegetación, como los bosques templados de *Juniperus, Pinus, Quercus, Pinus-Juniperus, Pinus-Quercus, Quercus-Juniperus* o en pastizales secundarios. *Salvia evadens* es exclusiva de encinares, *S. breviflora* es endémica del bosque tropical caducifolio y *S. pericona* se restringe al matorral xerófilo. Las especies que habitan en bosques templados, además del matorral xerófilo son *S. aequidistans*, *S. dugesii*, *S. fruticulosa, S. keerlii, S. melissodora, S. pericona, S. ramosa, S. tenorioi* y *S. variana.* Algunas especies como *S. pannosa, S. pericona* y *S. variana* habitan también en ecotono entre el bosque de *Quercus* y el matorral xerófilo. Finalmente *S. dugesii* y *S. melissodora* también se pueden encontrar en bosques de *Quercus* muy perturbados o en pastizales secundarios.

Las especies *S. aequidistans*, *S. dugesii, S. keerlii* y *S. melissodora* muestran un rango de distribución amplio en la República. *Salvia aequidistans* se encuentra en la Sierra Madre Occidental, desde el Noroeste de Durango hasta Nayarit, mientras que *S. dugesii* se distribuye en el Altiplano Mexicano, sobre la Faja Volcánica Transmexicana y en Oaxaca en la Sierra Madre del Sur. Por su parte, *S. keerlii* habita en la Sierra Madre Oriental y el Altiplano Mexicano, desde el Sur de Monterrey hasta Hidalgo. La especie de *Scorodoniae* con más am-

Enero Febrero Marzo Abril Mayo Junio Julio Agosto Septiembre Octubre Noviembre Diciembre

S. aequidistans
S. boegei
S. breviflora
S. evadens
S. dugesii
S. fruticulosa
S. gonzalezii
S. keerlii
S. melissodora
S. occidua
S. pannosa
S. pericona
S. ramosa
S. tenorioi
S. variana

Figura 5: Meses de floración de las especies de *Salvia* L. sección *Scorodoniae*.

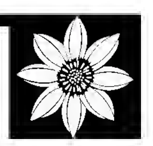
plia distribución es *S. melissodora*, desde el suroeste de Chihuahua hasta Oaxaca; en la Sierra Madre Occidental, el Altiplano, la Faja Volcánica Transmexicana y la Sierra Madre del Sur. El resto de las *Scorodoniae* presentan distribución restringida con alto nivel de endemismo (Fig. 3).

Las especies de la sección *Scorodoniae* florecen principalmente durante la temporada de lluvias de julio a diciembre (Fig. 5). La única especie que se ha visto con flores en los meses de enero y febrero es *S. aequidistans*.

Taxonomía

Salvia secc. *Scorodoniae* Epling, Regni Veg. Beih. 110: 166. 1939, descripción enmendada. TIPO: *Salvia melissodora* Lag. Gen. Sp. Pl. 2. 1816. *M. Sessé y Lacasta y J. M. Mociño s.n.* (lectotipo: G!)

Arbustos, a veces subarborescentes, rara vez hierbas perennes; el cuerpo vegetativo e inflorescencia cubiertos por tricomas simples, glandular-capitados o dendríticos; lámina foliar generalmente deltoide, ovada, ovado-lanceolada a ovado-oblonga, rara vez lanceolada, lanceolado-elíptica y ocasionalmente orbicular, haz frecuentemente bullado-rugoso, verde, envés verde claro o canescente; inflorescencias indefinidas, en racimo o panícula, espiciformes, 3-30 cm de largo, con verticilastros a lo largo del raquis, de apariencia compacta o laxa, cada verticilastro presenta por lo general 6-12 flores pediceladas; brácteas pronto deciduas, rara vez subpersistentes; cáliz tubular a campanulado, con labios caudados; el superior más largo que el inferior o ambos cortos, pubescencia vilosa, canescente y ocasionalmente glabrescente, con tricomas simples, glandular-capitados o dendríticos, el superior con 5-7 venas; corola azul a morada o blanca, rara vez amarilla, rojiza, rosa o guinda, simpétala y bilabiada, 6-23 mm de largo; tubo ventricoso, con frecuencia adornado cerca de la base, en la parte interna, con dos a cuatro papilas, rara vez desnudo, labio superior más corto, en raras ocasiones subiguales y cubriendo a los estambres; androceo con dos estambres fértiles, anteras elipsoides, dorsifijas y monotecas, dispuestos en la parte anterior de la corola, veccinario con un diente retrorso y dos estaminodios en el interior del tubo de la corola; gineceo con estilo bífido, barbado, ginobásico, ovario tetralobulado, tetralocular y tetraovulado; mericarpos ovoides, marrón claro.



Clave para la identificación de *Salvia* sección *Scorodoniae*

1a. Indumento del cáliz con tricomas simples y/o glandular-capitados 2
1b. Indumento del cáliz con tricomas dendríticos 13
2a. Tricomas del cáliz glandular-capitados 3
2b. Tricomas del cáliz no glandular-capitados 9
3a. Corola blanca o azul a morada 4
3b. Corola amarilla a rojiza .... *S. tenorioi*
4a. Lámina foliar discolora, el envés canescente, con pubescencia densa que cubre toda la superficie 5
4b. Lámina foliar concolora, el envés glabrescente o tomentuloso, la pubescencia no cubre completamente la superficie 6
5a. Lámina foliar ovado-lanceolada a lanceolada, 1.5 a 4.5 cm de largo .... *S. pannosa*
5b. Lámina foliar deltoide a ovada, 1 a 2.2 cm de largo ... . *S. gonzalezii*
6a. Con tricomas glandular-capitados en el margen del labio superior de la corola 7
6b. Sin tricomas glandular-capitados en el margen del labio superior de la corola 8
7a. Peciolos cortos de 1 a 8 mm de largo ... *S. paupercula*
7b. Peciolos largos de 9 a 12 mm de largo ... *S. melissodora*
8a. Flor de longitud menor de 15 mm ..... *S. aequidistans*
8b. Flor de longitud mayor de 15 mm .... *S. evadens*
9a. Lámina foliar concolora, base cuneada 10
9b. Lámina foliar discolora, base cordada, truncada o redondeada 12
10a. Lámina foliar lanceolado-elíptica, de más de 8 cm de largo .... *S. occidua*
10b. Lámina foliar ovada a redondeada, de menos de 7 cm de largo 11
11a. Lámina foliar de longitud mayor de 4.5 cm .... *S. breviflora*
11b. Lámina foliar de longitud menor de 4.5 cm .... *S. boegei*
12a. Flores blancas, lámina foliar con envés densamente canescente .... *S. pericona*
12b. Flores azules o moradas, lámina foliar con envés viloso .... *S. keerlii*
13a. El dorso del labio superior de la corola con tricomas dendríticos 14
13b. El dorso del labio superior de la corola sin tricomas dendríticos 15
14a. Cáliz con tricomas dendríticos de 0.1 a 0.3mm de largo, con glándulas sésiles rojizas .... *S. fruticulosa*
14b. Cáliz con tricomas dendríticos de 0.3 a 0.8 mm de largo, sin glándulas sésiles rojizas .... *S. ramosa*
15a. Envés de la lámina foliar viloso .... *S. dugesii*
15b. Envés de la lámina foliar densamente canescente .... *S. variana*

1) *Salvia aequidistans* Fernald, Proc. Amer. Acad. Arts Sci. 35(25): 512. 1900. TIPO: MÉXICO. Sinaloa, entre Rosario y Colomas, *J. N. Rose 1609* (holotipo: GH!, isotipos: K!, MEXU!, NY!, US!) = *Salvia scorodoniaefolia* var. *subsessilis* Benth., Prodr. (DC). 12: 316. 1848. TIPO: MÉXICO. Colima, Manzanillo, *A. Barclay s.n.* (holotipo: K!) = *Salvia tepicensis* Fernald, Proc. Amer. Acad. Arts Sci. 45: 420. 1910. TIPO: MÉXICO. Nayarit, Tepic, *E. Palmer 1984* (holotipo: GH!, K, isotipos: ARIZ!, CAS!, F!, P!), *syn. nov.*

Plantas arbustivas, de 0.5-1 m de alto; tallos poco ramificados, entrenudos 3-8 cm, vilosos cuando jóvenes, con tricomas simples y/o glandular-capitados, 0.2-0.9 mm de largo, glabrescente en la madurez; peciolo 2-7.5 mm de largo, viloso, con tricomas simples, glandular-capitados o ambos, algunos cortos, 0.2-0.4 mm, otros largos, 0.5-0.9 mm; lámina foliar concolora, deltoide a ovada, 1.4-3.5 cm de largo, 1.2-2.7 cm de ancho, ápice agudo a obtuso, base truncada, redondeada, rara vez cordada, margen aserrado, haz bullado-rugoso, viloso a glabrescente, con tricomas simples, (0.2)0.5-1 mm de largo, envés viloso a glabrescente, con tricomas simples cortos y largos, 0.2-0.5 mm, ocasionalmente con tricomas glandular-capitados, particularmente en el margen; inflorescencia indefinida en racimo terminal, 6-33 cm de largo, con verticilastros a lo largo del raquis, distanciados 10-28 mm en la parte media, con 6-10 flores, raquis viloso, con tricomas simples y glandular-capitados, 0.2-0.8 mm de largo; brácteas ova-

das, marrón claro, pronto deciduas, acuminadas, margen entero, 2.3-3.4 mm de largo, 1.4-2 mm de ancho, vilosas, con tricomas simples y glandular-capitados, 0.5 mm de largo; pedicelo 1.5-3.5 mm de largo, viloso, con tricomas simples y glandular-capitados, 0.1-0.5 mm de largo, ocasionalmente solo simples; cáliz tubular, 5-7 mm de largo, 3-4.5 mm de ancho, con labios caudados, el superior con 7 venas, viloso, con tricomas simples o glandular-capitados, 0.2-0.7 mm de largo, ocasionalmente ambos; corola azul a morada, 9-12 mm de largo; tubo ventricoso, 4.6-6.4 mm de largo, con 2 papilas en su interior; labio superior galeado, 2.7-4.6 mm de largo, viloso, en el dorso con tricomas simples, tricomas glandular-capitados en el margen del labio; el inferior trilobado, 4-8.5 mm de largo, más largo que el superior; androceo con anteras elipsoide, dorsifijas y monotecas, filamento 5.6-6.1 mm de largo, estaminodios 2; gineceo con estilo bífido, barbado, 8.5-9 mm de largo, rama anterior 0.6-0.8 mm de largo, rama posterior 2.7-3 mm de largo; mericarpos ovoides, 1-1.2 × 0.4-0.6 mm, marrones claro, lisos y glabros.

Distribución y ecología: Durango y Nayarit. Encinar arbustivo, bosque tropical caducifolio y en la ecotonía entre estos. Altitud 210 a 1460 m. Floración de mayo a febrero.

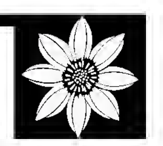
En este trabajo se considera a *S. tepicensis* como sinónimo de *S. aequidistans*. Epling (1939) distinguió a *S. aequidistans* por la pubescencia vilosa, con tricomas glandular-capitados en su cuerpo vegetativo y cálices, con distribución en Sinaloa, mientras que en *S. tepicensis* la pubescencia es híspida, con tricomas simples, y ocurre en Nayarit. De acuerdo con nuestras observaciones, hay individuos de Nayarit con tricomas glandular-capitados y pubescencia vilosa, con tricomas simples y glandular-capitados, es decir correspondientes a *S. aequidistans*. Por tal razón, se considera que son una sola especie, que a lo largo de su distribución muestra estos tipos de tricomas, sin un patrón geográfico específico.

Salvia aequidistans se puede confundir con *S. evadens* por su inflorescencia laxa y la pubescencia del cuerpo vegetativo; sin embargo, se distinguen por el tamaño de las flores, en *S. aequidistans* las flores son más pequeñas (9-12 mm), mientras que *S. evadens* tiene flores más grandes (17.7-23 mm).

Material examinado. MÉXICO. Durango, municipio Canales, 3 km de Canales, 2.VIII.1990, *O. Bravo B. 1094* (IEB). Municipio El Salto, 8 km al E de Palmito, carretera Mazatlán - Durango, 10.III.1985, *P. Tenorio L. 8231* (MEXU). Municipio Pueblo Nuevo, between Coyotes and Llano Grande along Mexican highway 40 between Mazatlán and Durango, 24.VIII.1986, *D. E. Breedlove 63092* (MEXU). Nayarit, municipio Acaponeta, 3.3 km al SO de La Mesa de Pedro y Pablo, 12.IX.1989, *O. Téllez V. 12025* (MEXU); 1 mi SW of intersection of San Blas road with Tepic - Mazatlán road, 25.VI.1972, *G. L. Webster 17094* (MEXU). Municipio Compostela, camino de Compostela hacia Tepic entre el km 11 y 13, 30.X.2014, *E. I. Olvera M. 22* (EBUM); La Mesilla, 40 km al S de Compostela, 22.VIII.1984, *R. Hernández M. 9697* (MEXU); 11 km al SO de Compostela, camino a Mazatlán, 16.I.1988, *O. Téllez V. 11221* (MEXU); 25 km by road S of Tepic, along road between Tepic and Compostela, 18.X.1970, *G. L. Webster 15738* (MEXU). Municipio Escuinapa, route 15, ca. 88 km SE of Escuinapa, just N, 12.VII.1966, *R. W. Cruden 1049* (MEXU). Municipio Tepic, 1 km al SO de El Cuarenteño, camino a El Cora, o 4 km al N del entronque del camino El Cora - Palapitas, 16.V.1994, *G. Flores F. 3465* (MEXU); 3 km al NO de Cuauhtémoc, 11.II.1992, *A. Benítez P. 3715* (MEXU); km 4 de la carretera a San Blas, del entronque con la carretera Tepic - Mazatlán, 6.VIII.1987, *O. Téllez V. 10719* (MEXU); 5 km al N de Tepic, 21. VI.1980, *K. Neisiss s.n.* (MEXU).

2) *Salvia boegei* Ramamoorthy, J. Arnold Arbor. 65: 137. 1984. TIPO: MÉXICO. Puebla, Puente de Dios Molcaxac, *L. W. Boege 1933* (holotipo: MEXU!).

Plantas arbustivas, de 0.5-1.5 m de alto; tallos ramificados, entrenudos 2-5.5 cm, puberulentos cuando jóvenes, con tricomas simples, 0.1-0.2 mm de largo, glabrescentes en la ma-



durez; peciolo 3-11 mm de largo, tomentoso, con tricomas simples, 0.1-0.2 mm de largo; lámina foliar, concolora, ovada, ocasionalmente orbicular, 2-4 cm de largo, 1-4 cm de ancho, ápice agudo, base cuneada, ocasionalmente redondeada, margen aserrado, haz bullado-rugoso, glabrescente, con tricomas simples, 0.1-0.2 mm de largo, envés glabrescente, con tricomas simples, 0.2 mm de largo; inflorescencia indefinida, con 1 o 3 racimos terminales, espiciformes, 6-17 cm de largo, con verticilastros a lo largo del raquis, distanciados 6-29 mm en la parte media, con 8-12 flores, raquis canescente, con tricomas simples, 0.1-0.4 mm de largo; brácteas ovadas, marrón claro, pronto deciduas, acuminadas, margen entero, 4-5 mm de largo, 2-3 mm de ancho, vilosas, con tricomas simples, 0.2-0.4 mm de largo; pedicelo 1.6-3.2 mm de largo, canescente, con tricomas simples, 0.2-0.4 mm de largo; cáliz tubular, 4-7 mm de largo, 2-4 mm de ancho, con labios caudados, el superior con 7 venas, indumento canescente, con tricomas simples, 0.4-0.8 mm de largo; corola azul a morada, 9-10 mm de largo; tubo ventricoso, 4-5 mm, con 2-4 papilas en su interior; labio superior galeado, 3.5-5 mm de largo, viloso, en el dorso con tricomas simples, glabro en el margen del labio; el inferior trilobado, 4-6 mm de largo, más largo que el superior; androceo con anteras elipsoides, dorsifijas y monotecas, filamento, 5.9-6.2 mm de largo, estaminodios 2; gineceo con estilo bífido, barbado, 9-9.2 mm de largo, rama anterior 1 mm de largo, rama posterior 1.5-2.1 mm de largo; mericarpos no vistos.

Distribución y ecología: Puebla. Bosque tropical caducifolio y matorral xerófilo. Altitud 1600 a 1800 m. Floración de agosto a diciembre.

Salvia boegei se puede confundir con *S. breviflora*; ambas presentan láminas foliares ovadas, indumento glabrescente en el cuerpo vegetativo, canescente en la inflorescencia y ocasionalmente también en el envés de la lámina foliar. Se distinguen por el largo de las láminas foliares, en *S. boegei* no exceden los 4 cm de largo, mientras que en *S. breviflora* llegan hasta 7 cm. Además, la pubescencia del cáliz presenta tricomas más largos en *S. boegei* (0.4-0.8 mm) que en *S. breviflora* (0.2-0.5 mm).

Material examinado. MÉXICO. Puebla, municipio Epatlán, km 10 de la brecha que va de Epatlán a Huehuetlán, 10.IX.1983, *R. Medina L. 704* (MEXU). Municipio Huatlatlauaca, la barranca de Tentzo, 12 km al O de Molcaxac, carretera a Huatlatlauaca, 22.X.1986, *P. Tenorio L. 12188* (ENCB, MEXU). Municipio Huehuetlán el Grande, alrededores de Santa Ana Otzolotepec, 23.XII.1982, *R. Medina L. 509* (MEXU). Municipio Molcaxac, lomas de la Sierra Tentzo, frente a la cañada de Zoquiac (6 km de Molcaxac), 28.X.1983, *R. Medina L. 744* (MEXU); Puente de Dios, al NO de Molcaxac, 23.VIII.1984, *P. Tenorio L. 7092* (MEXU); rancho San Antonio, 10 km al NO de Molcaxac, brecha a Huatlatlauca, 15.X.1984, *P Tenorio L. 7668* (MEXU). Municipio San Juan Atzompa, San Juan Atzompa, 20.XII.1982, *R. Medina L. 453* (MEXU, UAMIZ). Municipio Tepexi de Rodríguez, paraje Cuixosto, también conocido como Agua Chiquita, terrenos del Sr. Vicente Ramos Flores, cercanía al río Axamilpa, 18.X.1999, *E. Guizar N. 4720* (MEXU); 2 km en línea recta al NO de Tepexi de Rodríguez, 10.XI.1999, *P. Carrillo R. 6549* (MEXU).

3) *Salvia breviflora* Moc. y Sessé. ex Benth., Labiat. Gen. Spec. 274. 1833. TIPO: MÉXICO. México, *M. Sessé y Lacasta y J. M. Mociño 216* (holotipo: F!, isotipos: F!, MA!) = *Salvia albicans* Fernald, Proc. Amer. Acad. Arts Sci. 36: 501. 1901. TIPO: MÉXICO. Guerrero, Iguala, *C. G. Pringle 8430* (holotipo: GH!, isotipos: BM!, CM!, HBG!, JE!, P!, R!, US!) = *Salvia nelsonii* Fernald, Proc. Amer. Acad. Arts Sci. 35(25): 527-528. 1900. TIPO: MÉXICO. Puebla, Acatlán, *A. Nelson 2005* (holotipo: GH!, isotipo: US!).

Plantas arbustivas, de 0.5 a 3 m de alto; tallos ramificados, entrenudos 1-7 cm, puberulentos cuando jóvenes, con tricomas simples, 0.1-0.2 mm de largo, glabrescentes en la madurez; peciolo 3.5-20 mm de largo, tomentoso, con tricomas simples, 0.1-0.3 mm de largo; lámina foliar, concolora, ovada, ocasionalmente orbicular, 2-7 cm de largo, 1.4-4.2 cm de ancho, ápice agudo, base cuneada, ocasionalmente redondeada, margen aserrado, haz bulla-

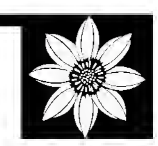
do-rugoso, glabrescente, con tricomas simples, 0.1-0.2 mm de largo, envés glabrescente con tricomas simples, 0.2-0.4 mm de largo; inflorescencia indefinida, con 1 o 3 racimos terminales, espiciformes, 5-14 cm de largo, con verticilastros a lo largo del raquis, distanciados 6-20 mm en la parte media, con 8-12 flores, raquis canescente, con tricomas simples, 0.1-0.4 mm de largo; brácteas ovadas, marrón claro, pronto deciduas, acuminadas, margen entero, 4.5-13.5 mm de largo, 2.5-6.5 mm de ancho, canescentes, con tricomas simples, 0.2-0.4 mm de largo; pedicelo de 1-3.6 mm de largo, canescente, con tricomas simples de 0.1-0.5 mm de largo; cáliz tubular, 4.5-8 mm de largo, 2.5-5.5 mm de ancho, con labios caudados; el superior con 5-7 venas, canescente, con tricomas simples, 0.2-0.5 mm de largo; corola azul, morada o blanca, 7-12 mm de largo; tubo ventricoso, de (3)4.5-6 mm de largo, con 2-4 papilas en su interior; labio superior galeado, 3-7 mm de largo, viloso, en el dorso con tricomas simples y glabro en el margen del labio; el inferior trilobado, 3-7 mm de largo, más largo que el superior; androceo con anteras elipsoides, dorsifijas y monotecas, filamento de 4.2-7 mm de largo, estaminodios 2; gineceo con estilo bífido, barbado, 8.2-11.2 mm de largo, rama anterior 0.7-1.1 mm de largo, rama posterior 1.4-2.5 mm de largo; mericarpos no vistos.

Distribución y ecología: Guerrero, Morelos y Puebla. Bosque tropical caducifolio. Altitud 1050 a 2100 m. Floración de julio a diciembre.

Usos: A esta especie se le conoce como Nah en Náhuatl o Becerrosiuitle en Comancoapan, municipio de San Juan Tetelcingo, Guerrero. Se le utiliza picada sobre las heridas de becerros provocadas por murciélagos, para matar los gusanos que crecen en las mismas (*A. Villa Kamel 457*).

Salvia breviflora es parecida a *S. boegei*, véanse las diferencias morfológicas bajo *S. boegei*.

Material examinado. MÉXICO. Guerrero, municipio Buenavista de Cuéllar, Buenavista de Cuéllar, 10.X.1981, *A. Ortega H. 88* (MEXU); camino empedrado a la antena de microondas del canal 13, km 19 al NE de Iguala, km 149 carretera de cuota México - Iguala, 28.XI.1986, *A. Espejo 2764* (IEB); en la estación de Microondas de Cieneguilla, 11 km al SO de Buenavista de Cuéllar, 8.VI.1985, *J. C. Soto N. 8917* (MEXU); paraje "La Tigra", 2.5 km al NO de San Pedro las Palmas, 6.X.1990, *R. Razó 19* (MEXU). Municipio Chilpancingo de los Bravo, 1 km al NO de la desviación a Chichihualco, 23.VI.1990, *J. C. Soto N. 13678* (MEXU); 1 km W of Chilpancingo, on the dirt road towards Amojileca; beyond Colonia Zapata, 11.VII.1987, *O. Dorado 1732* (MEXU); 3 km de la carretera a Chichihualco, 17.IX.1976, *E. Halbinger 398* (MEXU); Jalapa en el km 13.5 de carretera a Chichihualco, 5.X.1968, *H. Kruse 2005* (IEB, MEXU); Joya del Zapote 6 km al O de la desviación a Chichihualco, la desviación está a 1.5 km al N de Chilpancingo, 24.VIII.1982, *R. Torres C. 1141* (MEXU). Municipio Eduardo Neri, 2 km al SO de Xochipala, 15.VIII.1985, *J. C. Soto N. 9842* (MEXU); 6 km al SO de Xochipala, 17.X.1983, *J. C. Soto N. 5624* (MEXU); 34 km al NE de Filo de Caballo, camino a Xochipala, 8.IX.1983, *E. Martínez S. 4310* (MEXU); 5 km al SO de Xochipala, camino a Filo de Caballo, 4.X.1988, *E. Martínez S. 24059* (IEB); along the Milpillas - Atoyac road via Puerto del Gallo, 2.1 mi W of México highway 95 and 5 mi E of Xochipala, 15.X.1975, *J. L. Reveal 4166* (MEXU); Amatitlán, 3.1 km al N, camino a Mazapa, 15.IX.1994, *M. A. Monroy R. 452* (MEXU); el Palmar, 1 km al N, 14.V.1995, *J. Calónico S. 1115* (MEXU); el Palmar, 1 km al N, 14.V.1994, *J. Calónico S. 1126* (MEXU); loc. cit., 3.X.1994, *J. Calónico S. 1438* (MEXU); en cañada del Zopilote, 11.VIII.1945, *E. Hernández X. 2155* (MEXU); Mezcala, 14 km al SO, 21.VIII.1991, *M. Luna F. 178* (MEXU); Mezcala, 15 km al SO, 10.IX.1993, *M. Martínez G. 828* (MEXU); road above Canyon de Zopilote 8 km E of Xochipala on way to Filo del Caballo from Milpillas, 9.XI.1973, *D. E. Breedlove 35987* (MEXU). Municipio Iguala de la Independencia, 11 km al N. de Iguala por la autopista a México, 26.X.1979, *S. D. Koch 7974* (MEXU); along México highway 95 between Taxco and Iguala, 17 mi S of Taxco, on N facing slopes



adjacent to road, 16.X.1982, *K. Peterson 777* (MEXU); Cañón de la Mano, entre los Amates y el Naranjo, 10 km al N de Iguala por el ferrocarril, cañón angosto con acantilados, 13.IX.1986, *C. Catalán H. 104* (MEXU); Iguala - Taxco highway, 7.8 mi NE of Pemex station in Iguala and 8.2 mi SW of km 170 S of Taxco, 10.X.1959, *C. R. Bell 17020* (MEXU). Municipio Leonardo Bravo, Leonardo Bravo, 10.XII.1997, *J. Calónico S. 6928* (MEXU). Municipio Taxco de Alarcón, along México highway 95 between Taxco and Iguala, 17 mi S of Taxco, on N facing slopes adjacent to road, 16.X.1982, *K. Peterson 6507* (IEB, MEXU); 14 mi S of Taxco, road to Iguala, 4.XI.1970, *G. L. Webster 16217* (MEXU); 8 mi E of Taxco, 8.VIII.1976, *G. L. Webster 20708* (MEXU); orilla del río Xóchitl, camino a Taxco, IX.1934, *E. Lyonnet 953* (MEXU); en el arroyo, 13.IX.1981, *J. C. Soto N. 3132* (MEXU); Iguala de la Independencia, San Juan de la Unión, 12.XI.2005, *L. Cervantes P. 49* (MEXU). Municipio Teloloapan, along road to Teloloapan at km 37.5 from Iguala, 3.X.1980, *H. H. Iltis 3089* (MEXU); Tepecoacuilco de Trujano, Comancoapan, San Juan Tetelcingo, 27.X.1990, *A. Villa K. 457* (MEXU). Municipio Tetipac, 10 mi N of Taxco, 21.VIII.1947, *G. L. Webster 924* (MEXU), 10 mi N of Taxco, 14.VIII.1953, *W. E. Manning 531025* (MEXU). Municipio Tixtla de Guerrero, Atliaca, 24.VIII.1991, *V. Nandi P. 73* (MEXU). Municipio Zumpango del Río, 2 km al O de Milpillas camino a Xochipala, 16.X.1983, *E. Martínez S. 4884* (MEXU). Morelos, municipio Ajalpan, rocky, arid hill, 1 km W of Moyotepec on road to Tlaltizapán, 30.IX.1980, *H. H. Iltis 3009* (MEXU). Municipio Atexcal, 12 km antes de Santa Catarina Tehuixtla, 5.X.1963, *A. Gómez P. 1064* (MEXU). Municipio Jonacatepec, 1 km al N de Tlayca, 18.X.1986, *E. Cabrera C. 12144* (MEXU); 3.7 km al S en desviación a Tlayca de la carretera Cuautla - Izúcar de Matamoros, 2.XI.2013, *S. Lara C. 169* (EBUM). Municipio Tepoztlán, Tepoztlán, 12.X.1971, *L. W. Boege 1997* (MEXU). Municipio Tlaltizapán, faldas del cerro de La Trinchera y Palmón Cuate, barranca honda, 13.X.1986, *E. Estrada 1410* (MEXU). Municipio Xochiltepec, Xochiltepec, IX.1934, *E. Lyonnet 955* (MEXU); loc. cit. Xochiltepec, XI.1933, *E. Lyonnet 1083* (MEXU). Municipio Yautepec, Cañón de Lobos, 26.X.1941, *F. Miranda 1644* (MEXU); Cañón de Lobos, cerca de Yautepec, 19.IX.1954, *Gold 696* (MEXU); colonia Amador Salazar (Cañón de Lobos), 9.XI.1984, *F. F. Gutiérrez M. 506* (MEXU). Puebla, municipio Izúcar de Matamoros; Matamoros, 20.X.1942, *F. Miranda 2212* (MEXU); puerto las Palmas, 32.2 km N of Tehuitzingo on the road to Izúcar, 17.X.1985, *B. Bartholomew 3004* (MEXU). Municipio Jolalpan, 2 km al N de San Pedro Las Palmas, 16.VII.1997, *R. Razó 27A* (IEB); 2 km al N de San Pedro las Palmas, 5.VII.1990, *R. Razó 23* (IEB); cerro de Mitepec, ubicado al SO de Mitepec, 25.VII.1985, *E. Guizar N. 102* (MEXU); Jolalpan 1.5 km al SO de San Pedro las Palmas, 15.IX.1990, *R. Razó 24* (IEB).

4) *Salvia evadens* J. González y Castro, Nord. J. Bot. 34(4): 390-394. 2016. TIPO: MÉXICO. Jalisco, Sierra del Halo, *R. McVaugh 16149* (holotipo: MICH!, isotipos: ENCB, IBUG). Descripción con base en la publicada por los autores González-Gallegos y Castro-Castro (2016) y observación de fotografías provistas por el primero de sus autores.

Hierbas perennes, de 0.4-0.6 m de alto; tallos con pubescencia hirsuta, con tricomas glandular-capitados; peciolo (3)8-13 mm de largo, hirsuto; lámina foliar, concolora, deltoide a ovada, 1.9-4 cm de largo, 1.2-3 cm de ancho, ápice agudo a obtuso o redondeado, base truncada, redondeada, rara vez ligeramente oblicua, margen crenado a aserrado, haz bullado-rugoso hirsuto, con tricomas glandular-capitados concentrados en las venas, envés hirsuto, con tricomas glandular-capitados concentrados en las venas; inflorescencia indefinida, en racimo terminal, espiciforme, 17-25 cm de largo, con verticilastros a lo largo del raquis, con 4-12 flores, raquis hirsuto, con tricomas glandular-capitados; brácteas lanceoladas, marrón claro, deciduas, ápice agudo a caudado, truncado en la base, margen entero, ciliado, 2.7-4 mm de largo, 0.8-1.7 mm de ancho, hirsuta, con tricomas glandular-capitados; pedicelo 2.8-4 mm de largo, hirsuto, con tricomas glandular-capitados; cáliz tubular, 7-7.6 mm de largo, 3-5 mm de ancho, con labios agudos, el superior con 5 o 7

venas, hirsuto, con tricomas glandular-capitados; corola azul obscura a morada, 17.7-23 mm de largo; tubo ventricoso, 13-16 mm de largo, sin papilas en su interior; labio superior galeado, 4.7-7 mm de largo, piloso; el inferior trilobado, (8.3)10.6-(9.8)10.8 mm de largo, más largo que el superior; androceo con anteras elipsoides, dorsifijas, y monotecas, filamento 8-8.9 mm de largo, estaminodios 2; gineceo con estilo bífido, piloso, 13.5-15 mm de largo; mericarpos ovoides, 1.6-1.90 × 1-1.2 mm, marrones claro, lisos, glabros.

Distribución y ecología: Jalisco. Bosque de *Quercus*. Altitud 1150 a 1400 m. Floración de agosto a octubre.

Salvia evadens es parecida a *S. aequidistans,* véanse las diferencias morfológicas bajo *S. aequidistans.*

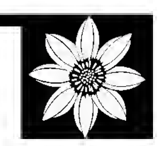
5) *Salvia dugesii* Fernald, Proc. Amer. Acad. Arts Sci. 36: 500. 1901. TIPO: MÉXICO. Guanajuato, *A. A. Dugés s.n.* (holotipo: GH!). Fig. 6.

Plantas arbustivas, de 0.5-2 m de alto; tallos ramificados, entrenudos de 4.5-6 cm, vilosos cuando jóvenes, con tricomas dendríticos, 0.2-1 mm de largo, glabrescente en la madurez; peciolo 5-36 mm de largo, viloso, con tricomas dendríticos, 0.5-0.7 mm de largo; lámina foliar, discolora, ovada a ovado-lanceolada, 1.5-5.5 cm de largo, 1-3.5 cm de ancho, ápice agudo a obtuso, base truncada, redondeada a cordada, margen aserrado, haz bullado-rugoso, hírtulo, con tricomas dendríticos, 0.1-0.4 mm de largo, envés viloso, con tricomas dendríticos, 0.1-0.4 mm de largo; inflorescencia indefinida, con 1 o 3 racimos terminales, espiciformes, 2.5-29 cm de largo, con verticilastros a lo largo del raquis, distanciados 8-16 mm en la parte media, con 6-12 flores, raquis viloso, con tricomas dendríticos, 0.4-0.8 mm de largo; brácteas ovadas, marrón claro, pronto deciduas, acuminadas, margen entero, 1.9-3 mm de largo, 1-1.6 mm de ancho, vilosas, con tricomas dendríticos, 0.6-1 mm de largo; pedicelo de 2-4 mm de largo, canescente, con tricomas dendríticos, 0.3-0.6 mm de largo; cáliz tubular a campanulado, 4-8 mm de largo, 3-5 mm de ancho, con labios caudados; el superior con 6 venas, canescente, con tricomas dendríticos; corola azul a morada, 5-15 mm de largo, 4-6.5 de ancho; tubo ventricoso, 2.5-9 mm de largo, con 4 papilas en su interior; labio superior galeado, 2.5-7 mm de largo, viloso, en el dorso y margen del labio con tricomas glandular-capitados; el inferior trilobado, 3-8 mm de largo, más largo que el superior, ocasionalmente subiguales; androceo con anteras elipsoides, dorsifijas y monotecas, filamento 5-8 mm de largo, estaminodios 2; gineceo con estilo bífido, barbado, 7.6-12 mm de largo, rama anterior de 1-1.7 mm de largo, rama posterior de 1.4-4 mm de largo; mericarpos ovoides, 1.5-2 × 1-1.5 mm, marrones claros, lisos, glabros, con papilas rojizas.

Distribución y ecología: Aguascalientes, Durango, Guanajuato, Jalisco, Michoacán, Oaxaca, Puebla y Querétaro. Bosque de *Pinus-Juniperus*, bosque de *Quercus*, bosque de *Pinus*, bosque tropical caducifolio y matorral xerófilo. Altitud 840 a 2400 m. Floración de marzo a diciembre.

En 1939, Epling sinonimizó a *S. dugesii* en *S. melissodora*, reconociendo dos formas de *S. melissodora,* una con tricomas dendríticos y la forma típica de *S. melissodora* con tricomas glandular-capitados. Sin embargo, tras la observación de los ejemplares de *S. dugesii* y *S. melissodora,* así como ejemplares tipo, se concluye que *S. dugesii* se debe mantener como especie distinta de *S. melissodora*. *Salvia dugesii* presenta pubescencia densamente incano-tomentosa, con tricomas dendríticos en todas sus estructuras (tallo, peciolo, brácteas, raquis, cáliz), a lo que Fernald (1901) no hace referencia en su publicación (Fig. 6). Adicionalmente en *S. dugesii* la pubescencia de brácteas y cálices es de tonalidades moradas a blanquecinas, mientras que en *S. melissodora* son blancos.

Material examinado. MÉXICO. Aguascalientes, municipio Tepezalá, ladera N cerro Mesillas, 21.VIII.2008, *J. Martínez R. 1172* (IEB). Durango, municipio Mezquital, 3 km de Temohaya por el camino a



Mezquital, 2.X.1984, *M. González 1597* (IEB). Guanajuato, municipio Acámbaro, cerro El Paile, camino a la Chicharronera, 8.XI.1986, *H. Díaz B. 3353* (IEB); cerca del poblado San Luis de los Agustinos, 21.VII.1987, *Anónimo 4059* (IEB); 5 km al O de Irámuco, sobre el camino a Santa Ana Maya, 13.IX.1987, *J. Rzedowski 44849* (IEB), *44882* (IEB). Municipio Comonfort, 6 km al E de Empalme Escobedo, 28.VII.1986, *J. Rzedowski 40070* (IEB). Municipio Guanajuato, alrededores de Arperos, 24.VIII.1980, *R. Galván 3579* (IEB, UAMIZ). Municipio Jerécuaro, 3 km al O de Jerécuaro, sobre la carretera a Coroneo, 9.XI.1986, *J. Rzedowski 41709* (IEB). Municipio Juventino Rosas, Las Fuentes entrando por San Diego de los Dolores, 3.VI.2000, *M. Martínez 6215* (IEB, MEXU). Municipio León, 4.5 km al NE de Alfaro, camino de terracería a Nuevo Valle, 19.XI.1988, *R. Galván 3075* (ENCB, IEB, MEXU, UAMIZ); 7 km al N de León, por la carretera a San Felipe, 17.IX.2009, *S. Zamudio 14541* (IEB), *14545* (IEB). Municipio Purísima de Bustos, los Tanques, cerca de El Palenque, 31.X.1988, *R. Galván 3231* (IEB, MEXU). Municipio San Miguel de Allende, Alcocer, 29.VII.1987, *R. Santillán 332* (IEB); Jardín Botánico el Charco del Ingenio, 6.XI.2002, *W. L. Meagher 3200* (IEB); loc. cit., 18.IX.2013, *E. I. Olvera M. s.n.* (EBUM). Jalisco, municipio Acatic, barranca del Río Verde, bajando por Santa Rita, 9.XI.2008, *M. Cházaro B. 9136* (IEB). Municipio Jocotepec, cerro Viejo, al NE de Zapotitán de Hidalgo, en el paraje Barranca del Agua, 29.X.1989, *J. A. Machuca N. 6328* (IEB). Municipio Ixtlahuacán de los Membrillos, antena de microondas del cerro del Águila, 3.8 km al SE en línea recta de Mascuala, 24.IX.2012, *J. González G. 1291* (IEB). Municipio Tlajomulco de Zúñiga, aproximadamente 2 km al NE de Tlajomulco, 12.XI.1998, *A. Navarro M. 2304* (MEXU). Municipio Tolimán, 9-10 km al SO de Tolimán, 4-5 km al SO de San Pedro Toxín, 14.III.1990, *R. Cuevas y L. Guzmán 3752* (IEB, MEXU). Michoacán, municipio Angamacutiro, vertiente S del cerro de Tres Reyes, cerca de Angamacutiro, 12.X.1994, *J. Rzedowski 52690* (IEB). Municipio Churintzio, Las Pomas - Zináparo, 1.VIII.1984, *J. N. Labat 1093* (MEXU); cerro Zináparo, 3.5 km al SE de Churintzio, 29.VIII.1992, *I. Trejo 2477* (MEXU). Municipio Contepec, El Tambor, 3 km al E de Tepuxtepec, 25.X.1986, *S. Zamudio 4964* (IEB, MEXU, UAMIZ); 1 km de la Presa Tepuxtepec - Contepec, 21.VIII.1991, *H. Díaz B. 6860* (IEB). Municipio Cotija, entre El Paso y San Juanico, 28.X.1986, *I. García 1674* (IEB). Municipio Cojumatlán de Régules, El Llano, 23.XI.2009, *Y. Pantoja H. 755* (IEB). Municipio Epitacio Huerta, 1 km al O de Epitacio Huerta, 13.X.1990, *J. Rzedowski 50226* (IEB). Municipio Jungapeo, en San Juan Purúa, 10.III.1984, *J. C. Soto N. 6223* (IEB, MEXU); Los Picachos del Centro de la Muerte, 2 km SE del Cerrito, el cual se encuentra 10.5 km al SO de San Felipe carretera a Jungapeo, 29.X.1989, *R. Torres C. 13446* (IEB). Municipio Tarímbaro, loma la Palobobera perteneciente y cerca de Uruétaro, 16.VIII.1986, *J. S. Martínez M. 1613* (IEB); 2 km al N de Cuto del Porvenir, 26.VIII.1986, *S. Zamudio 4401* (IEB). Municipio Tuxpan, ca. 1.7 mile NO of Tuxpan, near km post 129 on highway 15 to Morelia, 19.VIII.1975, *G. Davidse & J. Davidse 9784* (MEXU); Puerto de la Cantera, 5 km al O de Tuxpan carretera a Ciudad Hidalgo, 15.X.1989, *R. Torres C. 13379* (IEB). Municipio Villa Jiménez, cerro El Brinco, 6.VIII.1990, *E. Pérez C. 1535* (IEB); cerro la Alberca, 18.IX.1990, *E. Pérez C. 1780* (IEB); cerro El Brinco del Diablo al NO de Villa Jiménez, 1.X.2008, *E. Pérez C. 4916* (IEB); parte externa del cerro la Alberca al NE de los Espinos, 26.VIII.2003, *S. Zamudio 12533* (IEB); 7 km al NE de Villa Jiménez, 2.VIII.1986, *J. Rzedowski 40152* (IEB, MEXU). Oaxaca, distrito de Teposcolula, municipio San Juan Teposcolula, Mixtecal, enfrente de la fábrica de cal, 18.X.1984, *T. P. Ramamoorthy 4735* (MEXU), *4735b* (MEXU), *4736b* (MEXU). Municipio San Pedro y San Pablo Teposcolula, cerro Los Tres Arbolitos, 500 m al O de Teposcolula, 12.X.1982, *A. García M. 776* (MEXU). Distrito de Teotitlán, municipio Santa María Ixcatlán, poblado de Santa María Ixcatlán, 2.XI.2011, *S. Rangel L. 1316* (MEXU). Municipio Teotitlán del Valle, 3 km al NE de Teotitlán, sobre el camino a Huautla de Jiménez, 29.VI.1987, *A. González M. 3371* (MEXU). Puebla, municipio Ajalpan, 15 km al N de Ajalpan, brecha a San Luis del Pino, 2.XII.1991, *A. S. Tovar 6385* (MEXU).

Municipio Caltepec, cerro grande al SE de Caltepec, 7.XII.1983, *P. Tenorio L. 5011* (MEXU); cerro el Gavilán, al SE de Caltepec, 3.VIII.1984, *P. Tenorio L. 6765* (ENCB). Querétaro, municipio Arroyo seco, 4 km, al E de Arroyo Seco, carretera a Jalpan, 20.X.1982, *P. Tenorio L. 2270* (MEXU). Municpio Cadereyta, Mesa la Providencia, 13.X.2004, *R. Hernández M. 12140* (MEXU), *12141* (MEXU). Municipio Colón, granja Tolimán, 13.X.1993, *Anónimo 10383* (IEB). Municipio El Marqués, 3 km al N de Presa del Carmen por el camino a la Laborcilla, 2.X.2002, *L. Rincón N. 271* (MEXU); camino arriba de La Cañada, km 7 aproximadamente lado derecho yendo a Tequisquiapan, 2.VIII.1987, *E. Argüelles 3009* (ENCB, IEB, MEXU). Municipio Ezequiel Montes, 1 km de Villa de Bernal, hacia Ajuchitlán, IX.2013, *E. I. Olvera M. s.n.* (EBUM) ranchería Barrera, cerca de Villa Progreso, 15.XI.1994, *R. Hernández M. 10983* (IEB). Municipio Querétaro, Parque Nacional el Cimatario, 2.X.2002, *J. G. Hernández O. 50* (IEB); Área Natural Protegida El Tángano, 22.VII.2004, *P. Balderas 715* (IEB). Municipio San Juan del Río, cerca de San Juan del Río, 17.VIII.1905, *J. N. Rose 9508* (MEXU); parte alta del cerro la Venta, al SO de San Juan del Río, 30.IX.2007, *S. Zamudio 13914* (IEB).

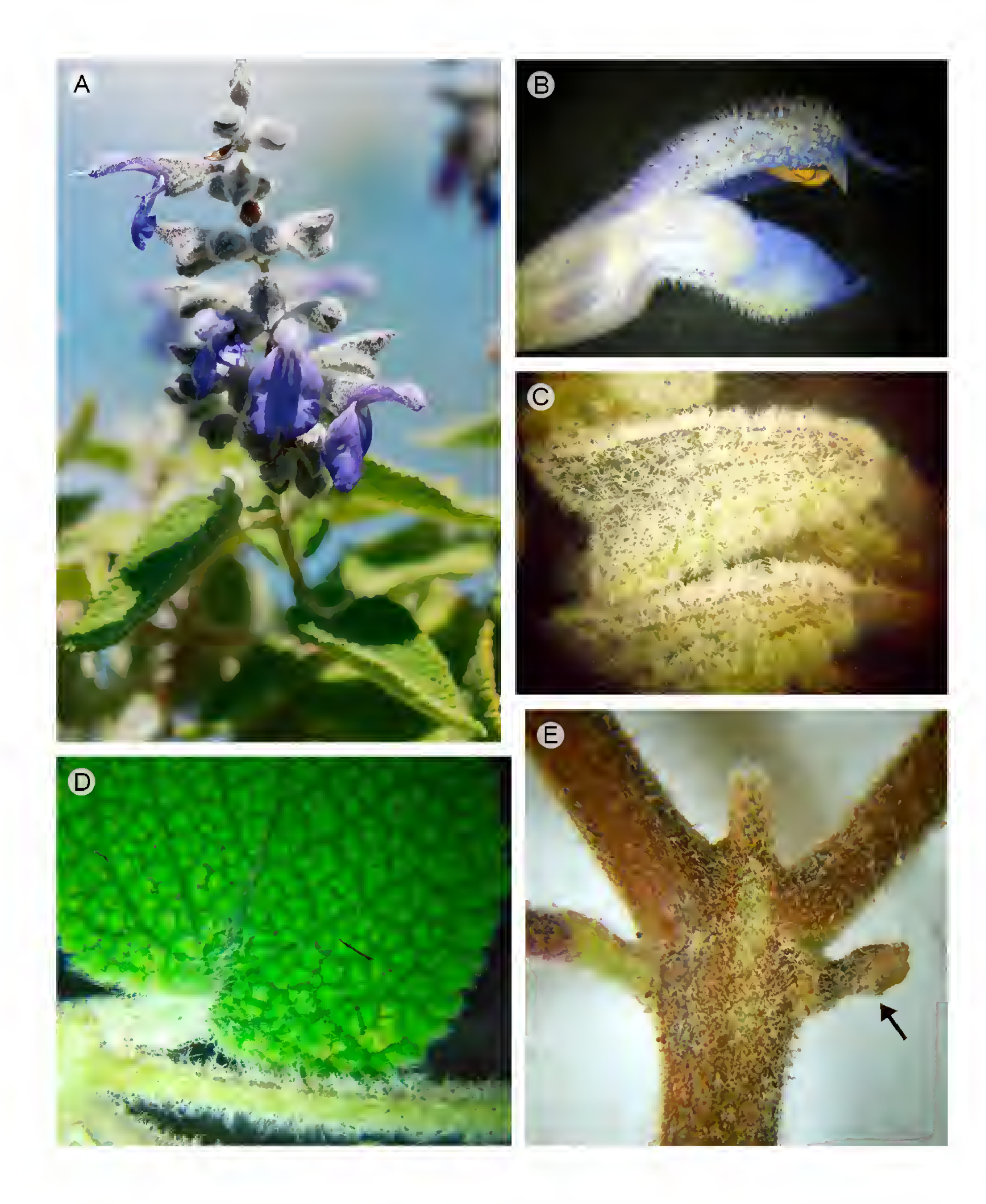
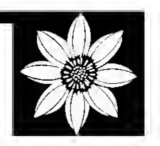


Figura 6: *Salvia dugesii* Fernald. A. inflorescencia; B. vista lateral de la corola mostrando tricomas glandular-capitados estipitados en ambos labios; C. vista lateral del cáliz mostrando los tricomas dendríticos; D. pubescencia del tallo y peciolo; E. articulación del peciolo en una prolongación del nudo (la flecha indica el carácter señalado).

6) *Salvia fruticulosa* Benth., Labiat. Gen. Spec. 721. 1835. TIPO: MÉXICO. Oaxaca, cerca de Oaxaca, *G. Andrieux 151* (holotipo: K!, isotipos: G!, GH!, K!, P!, UC!) = *Salvia conzatti* Fernald. Proc. Amer. Acad. Arts Sci. 35 (25): 526. 1900. TIPO: MÉXICO. Oaxaca, El Parián, *V. González 902* (holotipo: GH!).

Plantas arbustivas, de 0.5-2 m de alto; tallos muy ramificados, entrenudos de 0.5-7 cm, puberulentos cuando jóvenes, con tricomas dendríticos, de 0.1-0.3 mm de largo, glabrescentes en la madurez; peciolo de 4-9 mm de largo, canescente, con tricomas dendríticos, 0.1-0.2 mm de largo; lámina foliar, discolora, ovada a ovado-oblonga, 2-5 cm de largo, 1-2.4 cm de ancho, ápice agudo, base truncada, redondeada a cuneada, margen aserrado, haz bullado-rugoso, glabrescente, con tricomas dendríticos, 0.1-0.2 mm de largo, envés canescente, con tricomas dendríticos, 0.1 mm de largo que cubren completamente la superficie; inflorescencia indefinida, con 1 o 3 racimos terminales, espiciformes, de 3-15 cm de largo, con verticilastros a lo largo del raquis, distanciados 6-13 mm en la parte media, con 8-12 flores, raquis canescente, con tricomas dendríticos, 0.1-0.3 mm de largo; brácteas ovadas, marrón claro, pronto deciduas, acuminadas, margen entero, 2.2-2.6 mm de largo, 1.6-2.6 mm de ancho, canescentes, con tricomas dendríticos, de 0.1-0.2 mm de largo; pedicelo de 1.5-4 mm de largo, canescente, con tricomas dendríticos, 0.2-0.3 mm de largo; cáliz tubular a campanulado, 3-6 mm de largo, 2-5 mm de ancho, con labios caudados; el superior con 7 venas, canescente, con tricomas dendríticos, 0.2-0.3 mm de largo; corola azul a morada, 8-14 mm de largo; tubo ventricoso, 5-7 mm de largo, con 2 papilas en su in-



terior; labio superior galeado, 2.5-6 mm de largo, viloso, con tricomas dendríticos en el dorso; el labio inferior trilobado, 3.5-7 mm de largo, más largo que el superior, ocasionalmente sub-iguales; androceo con anteras elipsoides, dorsifijas y monotecas, filamento de 8.5 mm de largo, estaminodios 2; gineceo con estilo bífido, barbado, 11.5 mm de largo, rama anterior 1.2 mm de largo, rama posterior 2 mm de largo; mericarpos ovoides, 1.6 × 1.3 mm, marrones claro, lisos, glabros.

Distribución y ecología: Oaxaca. Bosque de *Pinus,* bosque de *Quercus,* bosque de *Pinus-Quercus,* bosque de *Pinus-Juniperus,* bosque de *Juniperus,* matorral xerófilo y matorral con *Juniperus*. Altitud 1600 a 2370 m. Floración de junio a noviembre.

Salvia fruticulosa fue ubicada por Epling (1939) en la sección *Tomentellae*, por la pubescencia tomentosa, los tricomas dendríticos en el tallo y la presencia de glándulas sésiles en el cáliz; sin embargo, en este estudio se considera que la especie es más parecida a las de la sección *Scorodoniae* por tener el cáliz con lóbulos ligeramente agudos, lámina foliar ovada a ovado-oblonga y el tamaño de la flor entre 6 y 16 mm de largo. Estos caracteres coinciden con la diagnosis aquí propuesta para la sección *Scorodoniae.*

Salvia fruticulosa se podría confundir con *S. dugesii* y *S. ramosa,* por la presencia de tricomas dendríticos, pero a diferencia de éstas, los tricomas del cáliz de *S. fruticulosa* son dendríticos cortos (Fig. 1J). Además, presenta glándulas sésiles, rojas en el cáliz y ocasionalmente en la corola, mientras que *S. dugesii* y *S. ramosa* carecen de estas glándulas.

Material examinado. MÉXICO. Oaxaca, distrito de Etla, municipio Villa de Etla, Valle de Etla, 3.VIII.1919, *C. Conzatti 3636a* (MEXU), *3636b* (MEXU). Distrito de Miahuatlán, municipio San Pablo Coatlán, 5 km al SE de la desviación a El Portillo de Santa María Coatlán, camino a Miahuatlán, 24.IX.1982, *R. Cedillo T. 1841* (ENCB). Distrito de Nochixtlán, municipio Asunción Nochixtlán, 6 km SE de Nochixtlán, 18.X.1984, *T. P. Ramamoorthy 4743* (MEXU); cerro La Cruz, 2.IX.1906, *C. Conzatti 1562a* y *1562c* (MEXU); loc. cit., 20.VI.1907, *C. Conzatti 1857* (MEXU), *1857a* (MEXU), *1857b* (MEXU). Distrito de Teotitlán de Flores Magón, municipio Santa María Ixcatlán, Agua Puerca, 2 km al S de Santa María Ixcatlán, 23.X.1991, *P. Tenorio L. 17847* (MEXU). Distrito de Teposcolula, municipio San Juan Teposcolula, Mex. 125 direction Guadalupe Tixá, 11.VIII.2000, *M. Crone 11* (MEXU); Mixtecal, enfrente de la fábrica de cal, 18.X.1984, *T. P. Ramamoorthy 4733* (MEXU); cerro Los Tres Arbolitos, 1 km al O de Teposcolula, 11.VI.1985, *R. Torres C. 6772* (MEXU); loc. cit., 12.X.1981, *A. García M. 778* (ENCB), *778a* (MEXU), *778b* (MEXU); cerro el Peñasco al S de Teposcolula, 9.IX.1988, *R. Torres C. 12320* (MEXU); 8 km al SO de Tamazulapan camino a Chilapa, 8.VIII.1981, *D. H. Lorence 3726a* (MEXU); 2 km al NO de Teposcolula, camino a San Andrés Laguna, 9.VII.1981, *A. García M. 451a* (MEXU), *451b* (MEXU); arroyo de las Pozas Frías, 500 m al NO de Teposcolula, 2.VII.1981, *A. García M. 454a,* (MEXU), *454b* (MEXU). Municipio San Pedro y San Pablo Teposcolula, 2 km al NO de Teposcolula, camino a San Andrés Laguna, 9.VII.1981, *A. García M. 451* (ENCB); arroyo de Las Pozas Frías, 500 m al NO de Teposcolula, 2.VII.1981, *A. García M. 454* (ENCB); poblado de Teposcolula, 2.XI.1981, *A. García M. 798* (ENCB, MEXU); distrito de Teposcolula, 5 km al S de San Felipe Ixtapa, camino a Chalcatongo - Yodonda, 17.IX.1982, *R. Cedillo T. 1717* (MEXU); 13 km al E de San Felipe Ixtapa, camino a Chalcatongo, 29.VII.1983, *R. Torres C. 3333* (MEXU); cerca de 8 km al SO de Tamazulapan, camino a Chilapa, 8.VIII.1981, *D. H. Lorence 3735* (MEXU); alrededores de Teposcolula, 14.XI.1985, *T. P. Ramamoorthy 4782* (MEXU). Municipio Villa de Tamazulapan del Progreso, 5 km después de Tamazulapan, sobre carretera Tamazulapan - Chilapa, 13.XI.1985, *T. P. Ramamoorthy 4774* (MEXU). Distrito de Tlaxiaco, municipio Heroica Ciudad de Tlaxiaco, 10 km al NE de Cuquilla, hacia Tlaxiaco, 1.XI.1985, *R. Torres C. 7664* (MEXU).

7) *Salvia gonzalezii* Fernald, Proc. Amer. Acad. Arts Sci. 1900. 35: 524. TIPO: MÉXICO. Oaxaca, El Parián, *V. Gonzalez & C. Conzatti 903* (holotipo: GH!, isotipo: MEXU!).

Plantas arbustivas; tallos poco ramificados, entrenudos 1-4 cm, glabrescentes, ocasionalmente con tricomas simples, muy cortos, 0.1-0.2 mm de largo; peciolo 5.5-10 mm de largo, viloso con tricomas simples, 0.5-0.7 mm de largo; lámina foliar, discolora, deltoide a ovada, 1-2.2 cm de largo, 0.9-1.8 cm de ancho, ápice agudo a obtuso, base truncada o cordada, margen aserrado, haz bullado-rugoso, glabrescente, con tricomas simples, 0.2-0.3 mm de largo, envés canescente, con tricomas simples, largos, de 0.3-0.4 mm de largo; inflorescencia indefinida, con racimo espiciforme, 6-17 cm de largo, con verticilastros a lo largo del raquis, distanciados 13-15.8 mm en la parte media, con 6-8 flores, raquis viloso, con tricomas glandular-capitados, 0.1-0.3 mm de largo, ocasionalmente largas, 0.3-0.5 mm; brácteas no vistas; pedicelo 2.1-2.7 mm de largo, glabrescente, con tricomas glandular-capitados, 0.1-0.3 mm de largo; cáliz tubular, 6.3-7.4 mm de largo, 3.0-4.4 mm de ancho, con labios caudados, tricomas simples y glandular-capitados, 0.4-0.7 mm y 0.1-0.2 mm de largo, glabrescente; corola azul obscuro, 11 a 13.6 mm de largo; tubo ventricoso, 6.5-8.6 mm de largo; labio superior galeado, 4.5-5 mm de largo, viloso, en el dorso; el inferior trilobado, 3.5-5 mm de largo, más largo que el superior; androceo no visto; gineceo con estilo bífido, ligeramente barbado, 8-12 mm de largo, rama anterior 0.5-0.6 mm de largo, rama posterior 1.5-2.5 mm de largo; mericarpos ovoides, 1.8-2 × 1.1-1.3 mm de ancho, marrones claro, lisos, glabros.

Distribución y ecología: Oaxaca. Altitud 1200 a 1400 m. Floración en noviembre.

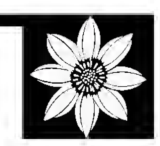
La similitud morfológica de *S. pannosa* y *S. gonzalezii* llevó a Epling (1939) a incluir a *S. gonzalezii* en la sinonimia de *S. pannosa.* Sin embargo, se deben mantener ambas especies como válidas, con base a que *S. gonzalezii* tiene láminas foliares ovado a deltoides, muy distintas a las ovado-lanceolado a lanceoladas que muestra *S. pannosa.* Es importante aclarar que las láminas foliares jóvenes también son distintas, en *S. pannosa* son ovado-oblongas, mientras que en *S. gonzalezii* son ovado a deltoides. Adicionalmente, aunque sus inflorescencias son muy similares, el número de flores es menor en *S. gonzalezii* que en *S. pannosa* (Cuadro 2).

Cuadro 2: Comparación entre *Salvia pannosa* Fernald y *S. gonzalezii* Fernald.

	S. pannosa	*S. gonzalezii*
Peciolo (mm)	8-30	5.5.-10
Forma de lámina foliar (mm)	ovado-lanceolada a lanceolada	deltoide a ovada
Longitud de lámina foliar (cm)	1.5-4.5	1-2.2
Ancho de lámina foliar (cm)	0.8-2.5	0.9-0.8
Longitud de los tricomas del envés (mm)	0.1	0.3-0.4
Numero de flores por verticilastro	4-6	6-8
Distancia entre verticilastros, en la parte media de la inflorescencia	10-33	13-15.8

8) *Salvia keerlii* Benth., Labiat. Gen. Spec. 263. 1833. TIPO: MÉXICO. México, *F. W. Keerl s.n.* (holotipo: K!, isotipos: BR!, K!). Fig. 7.

Plantas arbustivas, de 1-3.5 m de alto; tallos muy ramificados, entrenudos 1.5-9 cm, vilosos cuando jóvenes, con tricomas cortos 0.2 mm, largos 0.4-0.6 mm, en ocasiones solo de un tamaño, glabrescentes en la madurez; peciolo 5-36 mm de largo, viloso, con tricomas simples, cortos, 0.2 mm y/o largos, 0.4-0.7 mm de largo; lámina foliar, discolora, deltoide a ovada, ocasionalmente orbicular, 2-8 cm de largo, 1-4 cm de ancho, ápice agudo a obtuso, base cordada, truncada o redondeada, margen aserrado, haz bullado-rugoso, glabrescente, con tricomas simples,



0.1-0.4 mm de largo, envés viloso, con tricomas simples, 0.1-0.4 mm de largo; inflorescencia indefinida, con 1 o 3 racimos terminales, espiciformes, 4-21 cm de largo, con verticilastros a lo largo del raquis, distanciados 5-14 mm en la parte media, con 6-12 flores, raquis viloso, con tricomas simples, 0.2-0.5 mm de largo; brácteas ovadas, marrón claro, pronto deciduas, acuminadas, margen entero, 2-7.2 mm de largo, 2-4.4 mm de ancho, vilosas, con tricomas simples, 0.4-0.7 mm de largo; pedicelo 1.5-4 mm de largo, viloso, con tricomas simples, 0.3-0.6 mm de largo; cáliz tubular, 5.5-6 mm de largo, 2.5-3.1 mm de ancho, con labios caudados; el superior con 7 venas, viloso, con tricomas simples, (0.1)0.4-0.9 mm de largo; corola azul a morada, 8.5-14 mm de largo; tubo ventricoso, (3.3)5.1-7.9 mm de largo, sin papilas en su interior; labio superior galeado, 3-5.2 mm de largo, viloso, en el dorso y margen del labio inferior con tricomas simples; labio inferior trilobado, 3-7 mm de largo, más largo que el superior, ocasionalmente subiguales; androceo con anteras elipsoides, dorsifijas y monotecas, filamento 4-7 mm de largo, estaminodios 2; gineceo con estilo bífido, ligeramente barbado, 7.5-12 mm de largo, rama anterior 0.7-1.4 mm de largo, rama posterior (1)1.8-2.6 mm de largo; mericarpos ovoides, 1 × 0.8 mm, marrones claro, lisos, glabros.

Distribución y ecología: Estado de México, Guanajuato, Hidalgo, Nuevo León, San Luis Potosí, Querétaro y Tamaulipas. Matorral xerófilo, crasicaule y submontano, bosque de *Pinus-Quercu*s y bosque de *Quercus-Juniperus*. Altitud 2170 a 3100 m. Floración de julio a diciembre.

Salvia keerlii es similar a *S. dugesii* y *S. melissodora*; las láminas foliares son deltoides a ovadas en *S. keerlii*, y ovada a ovada-lanceoladas en *S. dugesii* y *S. melissodora*. Sin embargo, *S. keerlii* se distingue por los tricomas simples del dorso de la corola, nunca glandular-capitados como se observan en *S. dugesii* y *S. melissodora*. La cobertura de estos tricomas en *S. keerlii* es total en cuerpo vegetativo y reproductivo, y no en *S. dugesii* y *S. melissodora*. Adicionalmente, *S. keerlii* nunca presenta papilas en el interior de la corola.

Material examinado. MÉXICO. Estado de México, municipio desconocido, cerro de Los Pitos, Valle de México, 22.VII.1952, *L. E. Matuda 21549* (MEXU). Guanajuato, municipio Atarjea, Aldama, 8.X.1977, *S. Zamudio 2495* (ENCB, MEXU). Municipio Mineral de Pozos, la Mina Grande, 8 km al E de Pozos, 10.VIII.1989, *E. Ventura V. 7068* (IEB); 3 km al O de Pozos, 31.X.1986, *J. Rzedowski 41701* (IEB, UAMIZ); 6 km al O de Pozos, sobre el camino a la autopista, 10.IX.1987, *J. Rzedowski 44686* (IEB, MEXU). Municipio San Luis de la Paz, hacienda el Kijay, 10 km al E de San Luís de la Paz, 12.X.1988, *E. Ventura 6130* (IEB); loc. cit., 14.X.1988, *E. Ventura 6160* (IEB); El Rincón, 12 km al E de San Luís de la Paz, 18.X.1988, *E. Ventura 6210* (IEB); 3 km al SO de Pozos, 9.XI.1992, *J. Rzedowski 51948* (IEB); cerca de El Prigón, 24.IX.1994, *J. Rzedowski 52578* (IEB, MEXU). Municipio Victoria, cerro el Garbanzo por Victoria, 10.X.1991, *E. Ventura 9670* (IEB). Hidalgo, municipio Ajacuba, Rincón del Gato, barranca al N del poblado Emiliano Zapata, vertiente S de la Sierra de Chicavasco, ejido E. Zapata, 20.VIII.1988, *I. Díaz V. 33* (IEB, MEXU); cerro El Águila, vertiente S de la Sierra de Chicavasco, ejido San Nicolás Tecomatlán, 13. IX.1988, *I. Díaz V. 186* (IEB, MEXU); “La Mesa“, meseta que está a 6 km al SE del poblado Tulancalco, vertiente N de la Sierra del Monte Alto de Temoaya, ejido Tulancalco, 15.IX.1988, *I. Díaz V 268* (IEB, MEXU); poblado Emiliano Zapata, 19 km después de Ajacuba rumbo a San Agustín Tlaxiaca (de O a E), 10.VIII.1988, *I. Díaz V. 393* (IEB, MEXU). Municipio Metepec, Metepec Station, 20.IX.1906, *C. G. Pringle 10312* (MEXU); Metepec Station, 20.IX.1906, *C. G. Pringle 10313* (MEXU). Municipio Mineral del Chico, Sierra de Pachuca, 21.VII.1901, *J. N. Rose 5623* (MEXU). Municipio Pachuca de Soto, 2 km al NO de Pachuca, cerca del bordo, 11.X.1975, *M. Medina C. 825* (MEXU); Pachuca de Soto, 4.V.1980, *R. Hernández M. 4349* (MEXU); Sierra arriba Pachuca, 7.VIII.1948, *F. Miranda 4462* (MEXU);

entronque con la carretera a Nuevo Laredo, 1 km al O de Pachuca, 1.IX.1985, *T. P. Ramamoorthy 4749* (MEXU); Sierra de Pachuca, 21.VII.1901, *J. N. Rose 5623* (MEXU). Municipio Santiago de Anaya, 1.5 km al NO de Patria Nueva, 3.IX.1992, *A. M. Soriano 252* (MEXU). Municipio Tlalnalapa, 3 km al N de Tlalnalapa, 21.X.1979, *C. Escalera G. 103* (UAMIZ). Municipio Tula de Allende, near Tula, 5.X.1896, *C. G. Pringle 6538* (MEXU). Municipio Villa de Tezontepec, 10 km al SE de Tezontepec, 19.XI.1971, *F. Jiménez 175* (IEB). Municipio Zempoala, cerro de los Pitos, 10.VII.1976, *A. Ventura A. 1771* (IEB, MEXU); loc. cit., 11.IX.1976, *A. Ventura A. 2088* (IEB, MEXU); San Antonio, cerca de Tepa el Grande, 16. IX.1973, *J. Rzedowski 31167* (IEB, MEXU); Zempoala, 1.VIII.1976, *A. Ventura A. 1953* (IEB, MEXU). Municipio Zimapán, 5 km al NE de Trancas, hacia Nicolás Flores, 4.X.1980, *R. Hernández M. 5029* (MEXU). Nuevo León, municipio Aramberri, 19 km del camino de la Escondida a Zaragoza vía Aramberri, 24.IX.1973, *J. L. Reveal 3436* (IEB); Ascensión, La Escondida, 23.X.1993, *J. C. Hinton 23671* (IEB, MEXU); cerro El Viejo, 1.X.1993, *J. C. Hinton 23778* (IEB, MEXU). Municipio Doctor Arroyo, 12.2 mi. along dirt road turn off to ejido Capadero, just N of Doctor Arroyo. 34.5 mi from Banco del Centro, Matehuala, Sierra Vieja, Cañada los Pozos, 20.X.1984, *J. Sanders S. 1348* (MEXU), *1348b* (MEXU); 30 km NE of Dr. Arroyo, 2.5 km NE of San Antonio de Peña Nevada, O base of Cerro Peña Nevada, 3-5. VIII.1981, *G. Nesom 4282* (ENCB, MEXU); Sierra El Soldado, camino San Antonio Peña, Nevada - Puerto Pinos, 24.VIII.1989, *J. A. Villarreal 4941* (MEXU). Municipio General Zaragoza, Sierra del Soldado, camino San Antonio Peña Nevada - Puerto Pinos, 24.VIII.1989, *J. Á. Villareal 14941* (MEXU). San Luis Potosí, municipio Ahualulco, 14 km N of Ahualulco along road from San Luis Potosí to Charcas, VIII.1988, *D. E. Breedlove 69247* (MEXU). Municipio Cárdenas, Las Canoas, Sierra Madre Oriental, 6-7.VIII.1934, *F. W. Pennell 17934* (MEXU). Municipio Catorce, Chihuahua desert, Sierra Catorce, 5 km E of La Maroma station, 14.IX.1978, *B. A. Prigge 3284* (MEXU); Sierra Madre Oriental, 1934, Anónimo *7290* (MEXU). Municipio Guadalcázar, 14 km al O de Guadalcázar, 17.XII.1986, *P. Hiriart 541* (MEXU); 4 km E of Charco Blanco and on the road to Guadalcázar, 28.X.1985, *B. Bartholomew 3561* (MEXU); 1 1/2 mi W of Guadalcázar, 11.XII.1957, *R. Moran 6344* (MEXU); cerros que están 6 km al NE de Guadalcázar en las cercanías del Oro hacia Pozo de Acuña, 8.X.1996, *R. Torres C. 14579* (IEB, MEXU); curva del Gato 6 km al NO de Guadalcázar hacia el crucero carretera San Luis Potosí - Matehuala, 15.X.2000, *R. T. Colín 15970* (MEXU). Municipio Guadalcázar, curva del Gato 6 km al NO de Guadalcázar hacia el crucero carretera S.L.P. - Matehuala, 15.X.2000, *J. C. Montero 145* (MEXU); Abrego, Campamento Montemach, recorrido por el Cañón de los Yugos, el campamento está al NO de Abrego, 5 km al N de Guadalcázar, 23.IX.2012, *R. Torres C. 17506* (MEXU). Municipio Las Charcas, along the Charcas road NW of San Luis Potosí, 10 mi N of Ahualulco and 22.5 mi S of Moctezuma, 25.IX.1973, *J. L. Reveal 3451* (MEXU). Municipio Moctezuma, along the Charcas road NW of San Luis Potosí, 25 mi N of Ahualulco and 7.5 mi N of San José del Gritó, 23.IX.1973, *J. L. Reveal* y *N. D. Atwood 3444* (MEXU). Municipio San Luis Potosí, 39 milles east of San Luis Potosí, 19.X.1966, *W. Anderson y C. W. Laskowski 4079* (ENCB); 6 mi SE of highway 57-80 along road towards Cerritos just above Chihuahua desert, 6.IX.1971, *J. Henrickson 6485* (MEXU); 8 km E of Mexican highway 57 along road to Guadalcázar, 28.VIII.1986, *D. E. Breedlove* y *B. Anderson 63306* (MEXU); minas de San Rafael, VI.1911, *C. Purpus 4869-a* (MEXU). Municipio Santa Catarina, on México highway 70 to Ciudad Valles, 4.9 mi W of Santa Catarina, 18.XI.1975, *K. M. Peterson 466* (MEXU). Querétaro, municipio Cadereyta de Montes, puerto el Tepozán, 20 km de Vizarrón, por la carretera a San Joaquín, 18.XI.1993, *H. Díaz B. 7463* (IEB); 16 km al NE de Vizarrón, sobre el camino a San Joaquín, 11.X.1988, *J. Rzedowski 47511* (IEB); cerros calizos al E de Vizarrón, 13.IX.1994, *R. Hernández M. 10814* (IEB); 10 km al S de Vizarrón, 16.XI.1977, *S. Zamudio 2414* (IEB); loc. cit., 16.IX.1977, *S. Zamudio 2453* (IEB, MEXU); loc.

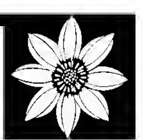




Figura 7: *Salvia keerlii* Benth., inflorescencia. (Foto: S. Zamudio).

cit., 26.VIII.1978, *S. Zamudio 3187* (IEB, MEXU); ladera O de la Sierra Peña Azul, 2 km al SE del Jabalí, 12.VIII.1978, *S. Zamudio 3030* (ENCB, IEB, MEXU); cañada de La Culebra, al NE de La Tinaja, 28.IX.1996, *S. Zamudio 10006* (IEB); parador el Tepozán, 30.X.2002, *S. Zamudio 12275* (IEB). Municipio Colón, camino entre Bernal y Santiago de Querétaro, 2. XI.2013, *E. I. Olvera M. s.n.* (EBUM). Municipio El Marqués, camino arriba de La Cañada, km 7 aproximadamente, lado derecho yendo a Tequisquiapan, 2.VIII.1987, *E. Argüelles 3187* (ENCB, MEXU); 15 km al SE de Armadillo, 10. VIII.1956, *J. Rzedowski 7965* (ENCB, MEXU). Municipio Landa de Matamoros, 9 km al NO de Madroño, sobre el camino a Laguna de Guadalupe, 18.IX.1997, *J. Rzedowski 53521* (IEB). Municipio Peñamiller, 4 km al S del Río Blanco, 11.XI.1988, *J. Rzedowski 47704* (IEB); Maguey Verde 17 km, al SE de Pinal de Amoles, carretera Pinal de Amoles - Peñamiller, 22.X.1982, *P. Tenorio L. 2345* (MEXU); 1.5 km al N de Maguey Verde, 8.X.1978, *S. Zamudio 3488* (IEB, UAMIZ). Tamaulipas, municipio Bustamante, 10 km al NE del Capulín, camino entre El Capulín y Felipe Ángeles, 27.VIII.1983, *L. Hernández 648* (MEXU). Municipio Jaumave, 12 km al Sur de Ávila y Urbina, 23.IX.1984, *F. González M. 14* (MEXU); 10 km después de Jaumave, rumbo a la Cd. de San Luis Potosí, o de otra forma 85 km al O de Cd. Victoria, 21.X.1983, *A. Ortega H. 146* (MEXU); 12 km al sur de Ávila y Urbina, 23.IX.1984, *F. González M. 14186* (MEXU); ca 33 km E of Jaumave; 2-3 km N of higway 70 on road to Bustamante, 6.X.1982, *J. Henrickson 19089* (MEXU). Municipio Miquihuana, Miquihuana, 21.X.1978, *F. Garza S. 4* (MEXU); 18 km al SO de Miquihuana, 15.VIII.1972, *F. González M. 4745* (MEXU); 4 km al O de Miquihuana, 4.VIII.1941, *L. R. Stanford 658* (MEXU). Municipio Palmillas, 14 km S de Palmillas, 28.IX.1986, *A. Mcdonald 1005* (MEXU). Municipio Tula, 11 km E of Tula along road to Ocampo, 2.IX.1986, *D. E. Breedlove 63606* (MEXU); 6 km al E del Sauz al NE de Tula, después de Francisco Medrano, 7.XII.1976, *F. Guevara 10138* (MEXU).

9) *Salvia melissodora* Lag. Gen. Sp. Pl. 2. 1816. MÉXICO. Localidad desconocida, *M. Sessé y Lacasta y J. M. Mociño s.n* (lectotipo: G!) = *S. scorodoniaefolia* Desf. ex Poir. 1817. Encycl. Suppl. 5: 46 = *S. scorodonia* Desf. ex Poirt. en Benth. 1833 Labiat. Gen. Spec. 264, *orth. var.* = *Salvia microphylla* Sessé y Mociño. Fl. Mex. 2, 9. 1894, *nom. illeg.* TIPO: MÉXICO. Localidad desconocida = *S. scorodoniaefolia* Poir. var. *crenaea* Fernald, Proc. Amer. Acad. Arts Sci. 35 (25): 524. 1900. TIPO: MÉXICO. Aguascalientes: *K. T. Hartweg 164* (lectotipo: GH!, isolectotipos: K!, L!, P!) = *Salvia rupicola* Fernald, Proc. Amer. Acad. Arts Sci. 45(17): 420. 1910. TIPO: MÉXICO. Hidalgo, Ixmiquilpan, *C. A. Purpus, 431* (holotipo: GH!, isotipos: MO!, UC!, US! RSA!), *syn. nov.* Fig. 8.

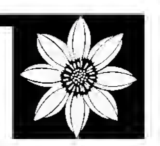
Plantas arbustivas, de 0.5-2 m de alto; tallos muy ramificados, entrenudos 2-4 cm, vilosos cuando jóvenes, con tricomas simples y glandular-capitados, 0.1-0.2 mm de largo u ocasionalmente dendríticos, glabrescentes en la madurez; peciolo 9-12 mm de largo, viloso, con tricomas simples y glandular-capitados, 0.3-0.5 mm u ocasionalmente dendríticos; lámina foliar, concolora, deltoide, ovada a ovado-lanceolada, 2-6 cm de largo, 1-3.5 cm de ancho, ápice agudo, base truncada o cordada, margen aserrado, haz bullado-rugoso, glabrescente, con tricomas simples y glandular-capitados, 0.2 mm de largo, envés viloso, con tricomas simples y glandular-capitados, 0.2 mm de largo; inflorescencia indefinida, con 1 o 3 racimos terminales, espiciformes, 4-16 cm de largo, con verticilastros a lo largo del raquis, distanciados 12-20 mm en la parte media, con 8-10 flores, raquis viloso, con tricomas simples y glandular-capitados, 0.2-0.5 mm de largo, ocasionalmente; brácteas marrón claro, pronto deciduas, ovadas, acuminadas, margen entero, 3.6-4.2 mm de largo, 2-2.6 mm de ancho, vilosas, con tricomas simples y glandular-capitados, 0.3-0.5 mm de largo; pedicelo de 2-2.5 mm de largo, viloso, con tricomas simples y glandular-capitados, 0.3-0.4 mm de largo, ocasionalmente dendríticos; cáliz tubular a campanulado, 3.7-8 mm de largo y 2.5-5 mm de ancho, con labios caudados, el superior con 7 venas, viloso, con tricomas simples y glandular-capitados; corola azul a morada, 6 a 17.5 mm de largo; tubo ventricoso, 3.5-11.5 mm de largo, con 4 papilas en su interior; labio superior galeado, 2.5-7.5 mm de largo, viloso, en el dorso y margen del labio con tricomas glandular-capitados; el inferior trilobado, 2.5-10 mm de largo, más largo que el superior, ocasionalmente subiguales; androceo con anteras elipsoides, dorsifijas y monotecas, filamento 6-7 mm de largo, estaminodios 2; gineceo con estilo bífido, ligeramente barbado, 11-13 mm de largo, rama anterior 1.1-1.5 mm de largo, rama posterior 3.5-3.8 mm de largo; mericarpos ovoides, 3.6 × 2.2 mm, marrones claro, lisos, glabros.

Distribución y ecología: Aguascalientes, Chihuahua, Ciudad de México, Durango, Estado de México, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Nayarit, Oaxaca, Puebla, Querétaro, Veracruz y Zacatecas. Bosques de *Juniperus*, bosque de *Quercus*, bosque de *Pinus*, bosque tropical caducifolio y matorral xerófilo. Altitud 750 a 2600 m. Floración de marzo a enero.

Durante esta revisión se ha observado que *S. melissodora* presenta variación con respecto al tipo de tricomas del tallo, peciolo, raquis y pedicelo; algunos ejemplares tienen tricomas simples y glandular-capitados; otros cuentan con tricomas glandular-capitados y dendríticos y algunos tienen los tres tipos de tricomas simples, glandular-capitados y dendríticos.

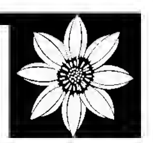
Adicionalmente, se sinonimiza a *S. rupicola* con *S. melissodora*, de acuerdo con las observaciones. Los ejemplares de *S. rupicola* depositados en los herbarios y los originarios de la localidad tipo de *S. rupicola* (Ixmiquilpan, Hidalgo) no muestran variación, perteneciendo entonces a *S. melissodora*.

Material examinado. MÉXICO. Aguascalientes, municipio Calvillo, along Mex. highway 70 between Aguascalientes and Calvillo at km 25, 7.I.1983, *J. S. Miller 356* (MEXU). Municipio Cosío, ladera E del cerro



Mesillas, cerca del Salitrillo, 24.IX.2009, *G. García 2178* (IEB). Municipio Nochistlán de Mejía, recorrido río de Santa Gertrudis (río de Abajo) Santuario Sr. de los Rayos, al NE de Tlachichila, 10.IX.2005, *J. Martínez R. 504* (IEB). Chihuahua, municipio Batopilas, entre Quirare y la Bufa, 18.VII.1984, *P. Tenorio L. 6568* (MEXU), *6581* (MEXU); barranca de Batopilas (N side), between La Bufa and Quirare, 24.I.1973, *R. Bye 3296b* (MEXU). Municipio Ocampo, ca. 1 km of W boundary of Parque Nacional "Cascada de Basaseachi" 16.2 km from the Cahuisori - Ocampo road on the road to Candameña, 5.6 km below Cruz Verde. Steep SE facing slope, 23.IX.1994, *R. Spellenberg 12171* (MEXU). Ciudad de México, municipio desconocido, 6.IX.1903, *C. G. Pringle 8744* (MEXU). Durango, municipio El Mezquital, 3 km al NO de Tamohaya, cerca al arroyo del Tempisque, 21.II.1985, *S. Acevedo 168* (IEB); 14 km de El Mezquital, rumbo a Temoaya, 21.II.1985, *S. Acevedo 176* (IEB, MEXU); km 10 del camino Agua Zarca - Temoaya, 12.II.1983, *M. González E. 1157* (IEB). Municipio Peñón Blanco, canyon Cantero, Sierra Gamón, 21.IX.1948, *H. S. Gentry 8374* (MEXU). Municipio Rodeo, 6 km al NO de las Higueras, 4.IX.1983, *E. Torrecillas 166* (ENCB, MEXU); mina La Amparo 6 km al NO de Las Higueras, 5.IX.1983, *P. Tenorio L. 4236* (MEXU). Estado de México, municipio desconocido, Valle de México, 21.VI.1865, *L. Bourgeau 295* (ENCB, MEXU). Municipio Ecatepec de Morelos, 3 km al O de San Cristóbal Ecatepec; base de la Sierra de Guadalupe, 18.VIII.1974, *J. Rzedowski 32127* (ENCB, MEXU); cerro de Santa Cruz, Sierra de Guadalupe, 24-25.X.1953, *E. Matuda 29505* (MEXU), *29519* (MEXU); San Andrés, 5 km al SO de San Cristóbal Ecatepec, 6.IX.1970, *J. Rzedowski 27631* (IEB, MEXU); Sierra de Guadalupe, entre Cuautepec y San Andrés, 14.VII.1973, *S. Moreno G. 276* (IEB, MEXU). Municipio La Paz, cerro de la Caldera, Los Reyes, 15.VI.1954, *D. B. Gold 725* (MEXU). Municipio Temascalcingo, Mesa del Venado, 26.IX.2004, *J. M. Cruz 1255* (IEB, MEXU). Municipio Tenango del Valle, Tenango del Valle, 2 km del Monasterio "Santo Desierto" en el "Ballon del Diablo", 23.VI.1985, *B. Esquivel s.n.* (MEXU). Guanajuato, municipio Atarjea, El Banco 10 km al SO de Atarjea, 9.XI.1988, *E. Ventura 6329* (IEB); Mangas Cuatas, 17.IX.1990, *E. Ventura 8725* (IEB). Municipio Guanajuato, alrededores de Vaquería, 3 km al N de San José de Pinos, 24.VIII.1990, *R. Galván 3587* (IEB, UAMIZ). Municipio Purísima de Bustos, San Nicolás del Palenque, 9.IX.1991, *R. Galván 3741* (IEB, UAMIZ). Municipio San Miguel de Allende, cerro de las Tres Cruces, 27.VIII.1978, *J. Kishler 386* (MEXU); loc. cit., 10.I.1980, *J. Kishler 841* (MEXU); Jardín Botánico el Charco del Ingenio, 25.VII.1997, *C. Glass 9158* (IEB); Cañón de las Colonias, 16.IX.1989, *E. Argüelles 3197* (IEB, MEXU); "Rancho el Girasol", 22.IX.1988, *A. Mora B. 927* (IEB). Municipio Silao, ladera E del cerro Cubilete, 14.VIII.2011, *S. Zamudio 15173* (UAMIZ). Municipio Tierra Blanca, la Cieneguilla 8 km al E de Tierra Blanca, 15.VIII.1989, *E. Ventura V. 7090* (IEB). Municipio Xichú, río Álamo, 15 km al N de Xichú, 8.IX.1989, *E. Ventura 7260* (IEB). Guerrero, municipio Taxco de Alarcón, camino Taxco - Iguala, 6.29 km al S de Taxco, 13. XII.2008, *J. C. Soto N. 27221* (EBUM). Hidalgo, a orilla de arroyo, al N de Atotonilco, 2.XI.1951-53, *E. Matuda 29554* (MEXU); Mesa Doñana, 12.VIII.1981, *R. Hernández M. 6353* (MEXU); San José, 7 km, al N de Atotonilco el Grande, 1.XI.1975, *F. González M. 8329* (MEXU). Municipio Cardonal, barranca de Tolantongo, 3 km al N de Molanguito, 23.IX.1983, *P. Hiriart 182* (MEXU). Municipio Ixmiquilpan, 3 km después de la desviación a Tolantongo, 30.VIII.1985, *T. P. Ramamoorthy 4746* (MEXU); arriba de Molanguito, 30.VIII.1985, *T. P. Ramamoorthy 4751* (MEXU); Ixmiquilpan, 4.XI.2013, *E. I. Olvera M. s.n.* (EBUM); Saliendo de Ixmiquilpan hacia Tasquillo, rumbo a la presa Madhó Corales, 4 .XI.2013, *E. I. Olvera M. s.n.* (EBUM). Municipio Metztitlán, 2.5 km al E de Metznoxtla, 20.X.2000, *E. Guízar N. 5132* (MEXU); km 58 carretera Méx. 105 entre Pachuca y Huejutla, 16.IX.2011, *A. Rodríguez 644*1 (IEB). Municipio Mixquihuala de Juárez, Mixquihuala (en la peña), 5.V.1979, *M. Porras s.n.* (MEXU). Municipio San Agustín Metzquititlán, 3 km al N de Metztitlán, camino a Itztayatla, 9.IX.1993, *R. Galván 4172* (MEXU); 5 km al SE de Venados, 5.VII.1972, *F. González. M. 4149* (MEXU); al-

rededor de La Casita, 21.2 km al NO de Atotonilco el Grande, 8.XI.1993, *R. Galván 4160* (ENCB, MEXU); alrededores de Milpillas, 8: XI.1993, *R. Galván 4163* (ENCB, MEXU); Barranca de Venados, 1.XI.1953, *E. Matuda 29566* (MEXU). Municipio Tasquillo, "Cerro del Junquillo" al SO de Tasquillo, 2.VI.1982, *P. Tenorio L. 499* (MEXU); Juchitlán, 3 km al NE de Tasquillo, 24.X.1997, *R. Galván 4811* (IEB, MEXU, UAMIZ). Municipio Tecozautla, crucero de la carretera a Aljibe - La Sabina-Banzhá, 31.VII.2002, *S. Rojas C. 188* (IEB); Tecozautla, 4.X.2002, *S. Rojas C. 272* (IEB); El Epazote, 4.III.1992, *V. M. Huerta B. 1424* (IEB, MEXU). Municipio Zacualtipán de Ángeles, 12 km S of Zacualtipán on highway 105, near el Banco, 22.IX.1985, *S. A. Reisfield 1211* (MEXU). Municipio Zimapán, 13 km al NE de Zimapán, 6.IX.1979, *R. Hernández M. 3694* (MEXU); Tinguendho, 8 km al S de Zimapán, 21.XI.1981, *R. Hernández M. 6794* (MEXU); Tula near rte. 85 bridge, 15 mi SE of Zimapán, 4.VIII.1976, *G. L. Webster 20627* (MEXU). Jalisco, municipio Colotlán, rancho El Saucillo, 23. III.1992, *A. Rodríguez 785* (IEB); rancho El Saucillo, 23.III.1992, *A. Rodríguez 2272* (ENCB, IEB). Municipio Jocotepec, camino de ascenso al cerro Viejo, por las Trojes, 9.IX.1987, *A. Rodríguez C. 1007* (IEB, MEXU). Municipio Totatiche, rancho Acaspulco, 8 km al SO de Temastián, 28.VI.1991, *A. Flores M. 2690* (MEXU). Michoacán, municipio Tuxpan, 14 km al SE de Ciudad. Hidalgo, carretera Ciudad Hidalgo - Zitácuaro, 22. VIII.1978, *J. C. Soto N. 882* (MEXU). Nayarit, municipio Nayarit, 5 km al NO del poblado del cerro Cangrejo, en cañada, 20.X.1989, *G. Flores F. 1636* (ENCB, MEXU); 5 km al NO del poblado del cerro Cangrejo, en cañada, 20.X.1989, *G. Flores F. 1637* (MEXU). Oaxaca, municipio desconocido, localidad desconocida, 4.X.1895, *V. González 53563* (MEXU); localidad desconocida, 9.X.1895, *V. González s.n.* (MEXU). Distrito de Cuicatlán, municipio San Juan Bautista Cuicatlán, 15.X.1920, *C. Conzatti 4085a y 4085b* (MEXU). Municipio San Juan Bautista Jayacatlán, 15.X.1920, *C. Conzatti 4085* (MEXU); N of Jayacatlán along road towards Nacaltepec, 4.XI.1973, *D. E. Breedlove 35939* (MEXU). Municipio Santiago Nacaltepec, 50 km N of Telixtlahuaca on road to Tehuacán, 6.XI.1983, *D. E. Breedlove 59832* (MEXU). Distrito de Juxtlahuaca, municipio Santiago Juxtlahuaca, 1.8 km de Santa Rosa, senda para Nican de la Soledad, carretera a San Antonio del Progreso, 7.XII.1996, *J. I. Calzada 21547* (MEXU). Distrito de Silacayoapan, mumicipio Zapotitlán Lagunas, 15 km al NE de Zapotitlán Lagunas, brecha a Santiago Tamazola, 6.XII.1992, *A. Campos V. 4877* (MEXU). Distrito de Sola de Vega, municipio Villa Sola de Vega, 50 km SO of Zimatlán on road to Puerto Escondido, 29.X.1974, *D. E. Breedlove 39170* (MEXU). Distrito de Teotitlán, municipio Teotitlán del Valle, 3 km adelante de Teotitlán por la carretera a Huautla de Jiménez. 19.IV.1988, *A. Salinas 4818* (MEXU); rocky outcrops along road to ruins of Dainzu just S of Mex 190, about 10 mi SE of junction of Mex 190 and Mex 175 near Oaxaca, 2.VIII.1981, *J. Utley 6649* (MEXU). Distrito de Zimatlán, municipio Zimatlán de Álvarez, 25. XI.1921, *C. Conzatti 4316* (MEXU). Puebla, municipio Amozoc, cerro Tlaxcayo Grande, 23.I.2003, *J. L. Contreras J. 7668* (MEXU). Municipio Amozoc, Parque Estatal Flor del Bosque, 16.XI.1993, *M. Martínez R. 148* (MEXU). Municipio Chilchotla, cerro de Guadalupe, 10.X.1909, *G. Nicolás s.n.* (MEXU). Querétaro, municipio Amealco de Bonfil, el Batán, 8.VIII.1976, *E. Argüelles 471* (ENCB, MEXU). Municipio Arroyo Seco, 5 km al NE de Purísima de Arista, 4.X.1999, *M. A. Avalos 229* (IEB, MEXU); alrededores del puerto Concá, orilla de carretera, 4.X.1988, *E. Carranza G. 986* (IEB); cerca a el Nogal, 18.X.1984, *F. A. C. 57* (IEB). Municipio Cadereyta de Montes, El Mirador, 8 km al N de Vizarrón, 29. VI.1985, *R. Fernández N. 2869* (IEB); Tecozautla, Zimapán, San Joaquín, fecha desconocida, *M. Gómez P. M636* (IEB); Jardín Botánico Regional de Cadereyta Ing. Manuel González de Cosió, fecha desconocida, *R. Hernández M. 9792* (IEB, MEXU); al E de Vizarrón, 31. VIII.1994, *R. Hernández M. 10755* (IEB); 16 km al NE de Vizarrón, sobre el camino a San Joaquín, 11.X.1988, *J. Rzedowski 96* (IEB); 2 km al SE de Pathé, sobre el camino a Tecozautla, 13.VI.1997, *J. Rzedowski 53412* (IEB); 4 km al NE de San Javier, sobre el camino a Sombrerete,



23.IX.2000, *G. Ocampo 919* (IEB); barrancas al NO de Vizarrón, 16.X.2009, *Y. Pantoja H. 739* (IEB); al E de Vizarrón, 3.XI.1968, *H. Puig 3515* (ENCB); 5 mi by road. NE of Vizarrón, road to Jalpan, 8.XI.1970, *G. L. Webster 16268* (MEXU); 10 km al S de Vizarrón, 16.IX.1977, *S. Zamudio 2004* (ENCB, IEB, MEXU); al O de Vizarrón, 11.VIII.1977, *S. Zamudio 2324* (IEB, MEXU, UAMIZ); La Laja, 8 km al NE de San Javier las Tuzas, 13.VIII.1977, *S. Zamudio 2372* (IEB); 9 km al NE de Vizarrón, sobre la carretera a San Joaquín, 11.III.1978, *S. Zamudio 2687* (ENCB, IEB, MEXU); 6 km al N de Vizarrón, 11.IX.1990, *S. Zamudio 8050* (IEB); arroyo Carneros, 3.6 km al NO de la Mora, por la carretera a San Joaquín, 29.IX.1996, *S. Zamudio 10037* (IEB); extremo N de la Presa Zimapán, antiguo camino a Rancho Nuevo, 29.IX.2007, *S. Zamudio 13902* (IEB); 3 km al O de Vizarrón, 8.XI.2008, *S. Zamudio 14240* (IEB); 5 km al O de San Javier las Tuzas, 17.XI.2010, *S. Zamudio 14906* (IEB); 3 km al NE de San Javier las Tuzas, 26.IX.2012, *S. Zamudio 15828* (IEB). Municipio Colón, alrededor del poblado El Zamorano, 29.IX.1993, *R. Hernández M. 10319* (MEXU); 11 km al O de la Esperanza, 21.VII.1990, *S. Zamudio 8008* (IEB). Municipio El Marqués, km 16-17 camino a Amealco, 3.IX.1977, *E. Argüelles 807* (MEXU); camino arriba de La Cañada, 5.VIII.1979, *E. Argüelles 1295* (ENCB, MEXU) loc. cit., 5.VII.1987, *E. Argüelles 2979* (IEB, MEXU). Municipio Ezequiel Montes, subiendo un poco al monte Bernal, 14.VIII.1991, *E. Argüelles 3346* (IEB, MEXU); 3 km al O de las Rosas, sobre la carretera a Tequisquiapan, 8.IX.1990, *J. Rzedowski 50027* (IEB). Municipio Huimilpan, Los Cues, subiendo el monte, *E. Argüelles 1672* (ENCB, MEXU); camino entre Querétaro - Huimilpan y carretera México Los Cues, km 8-9, 29.VI.1986, *E. Argüelles 2534* (IEB). Municipio Jalpan de Serra, Jalpan, 12.X.1980, *E. Argüelles 1485* (MEXU); 6-8 km de Tancoyol, camino a Zoyapilca, 28.III.1989, *E. Carranza 1596* (IEB); 4 km al SE de Tancoyol, 16.II.1985, *R. Fernández N. 2682* (IEB, MEXU). Municipio Landa de Matamoros, Matzacintla, 29 km al NE de Jalpan, 28.IV.1982, *R. Hernández M. 7175* (IEB); Matzacintla, 29



Figura 8: *Salvia melissodora* Lag, inflorescencia. (Foto: S. Zamudio).

km al NE de Jalpan, 28.IV.1982, *R. Hernández M. 7176* (MEXU). Municipio Peñamiller, Río Blanco, 30.V.2004, *P. Balderas 593* (IEB); 3 km al N de Cuesta Colorada, 23.XII.1982, *R. Hernández M. 9232* (MEXU); 2 km al NO de Camargo, 28.IX.1980, *S. Zamudio 5768* (IEB); El Lindero, 23.IX.2002, *S. Zamudio 12063* (IEB). Municipio Santiago de Querétaro, km 6, camino a Huimilpan, 27.VII.1984, *E. Argüelles 2156* (IEB, MEXU); Parque Nacional El Cimatario, 17.VII.2003, *P. Balderas 288* (IEB); El Nabo, 10.X.2002, *L. Hernández 5023* (IEB, MEXU); cañada frente a Rancho Nuevo, delante de Los Cajones, 14.XI.2003, *L. Hernández 5201* (IEB). Veracruz, municipio Huayacocotla, lado E de la barranca de Santiago, 23.X.1970, *R. Hernández M. 41606* (MEXU). Zacatecas, municipio Juchipila, al O de Pueblo Viejo, cerro de Piñones, ladera E, camino al rancho de Antonio Benavides, 7.VIII.1998, *J. J. Balleza C. 8712* (MEXU).

10) *Salvia occidua* Epling, Regni Veg. Beih. 110: 173. 1939. TIPO: MÉXICO. Oaxaca, San Miguel del Puerto, *F. M. Liebmann 15697* (holotipo: C!).

Hierbas perennes, de 1-2 m de alto; tallos ramificados, entrenudos 3-7 cm, glabrescentes, ocasionalmente con tricomas simples, 0.1-0.2 mm de largo; peciolo de 5-7 mm de largo, glabrescente, tricomas simples, 0.3 mm de largo; lámina foliar lanceolado elíptica, 8-12 cm de largo, 2.5-4 cm de ancho, ápice agudo, base cuneada, margen aserrado, haz bullado-rugoso, glabrescente, con tricomas simples, 0.3 mm de largo, envés glabrescente, con tricomas simples, 0.3 mm de largo; inflorescencia indefinida, con 1 o 3 racimos terminales, espiciformes, 6-15 cm de largo, con verticilastros a lo largo del raquis, distanciados 6.5-7 mm en la parte media, con 8-12 flores, raquis viloso, con tricomas simples, 0.3 mm de largo; brácteas no vistas; pedicelo 1.6-2 mm de largo, viloso, con tricomas simples, 0.3 mm de largo; cáliz tubular, 4.5-5 mm de largo, 2.5 -4 mm de ancho, con labios caudados; el superior con 5 venas, viloso, con tricomas simples, 0.4 mm de largo; corola blanca, 8-9 mm de largo; tubo ventricoso, 4.5-5.5 mm, con 2 papilas en su interior; labio superior galeado, 3.5-4 mm de largo, viloso, en el dorso y margen del labio con tricomas simples; el inferior trilobado, 2.5-4.5 mm de largo, más largo que el superior; androceo con anteras elipsoides, dorsifijas y monotecas, filamento 5-5.5 mm de largo, estaminodios 2; gineceo con estilo bífido, ligeramente barbado, 8-9 mm de largo, rama anterior 0.7-0.8 mm de largo, rama posterior 1.5-2 mm de largo; mericarpos no vistos.

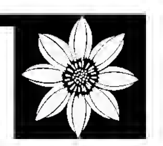
Distribución y ecología: Oaxaca. Bosque tropical subcaducifolio. Altitud 250 a 950 m. Floración de noviembre a diciembre.

Esta especie es la más distinta del grupo, es fácilmente reconocida por presentar laminas foliares lanceolado elípticas, grandes de 8-12 cm, mientras que las demás especies nunca tienen las láminas lanceolado elípticas, más bien, presentan láminas deltoide, ovada a ovado lanceolado y el largo de las mismas es de 1-8 cm.

Material examinado. MÉXICO. Oaxaca, distrito Pochutla, municipio San Miguel del Puerto, en San Miguel del Puerto, carretera nueva rumbo al Faro, 18.XI.2000, *F. López 441* (IEB); en San Miguel del Puerto, Cascadas de Copalitilla, 19.XI.1999, *E. Martínez S. 33132* (IEB); en San Miguel del Puerto, 18.XII.2013, *E. I. Olvera M. s.n.* (EBUM).

11) *Salvia pannosa* Fernald, Proc. Amer. Acad. Arts Sci. 40: 54. 1904. TIPO: MÉXICO. Puebla, Tehuacán, *C. G. Pringle 8593* (holotipo: GH!, isotipos: BM!, CM!, GH!, HBG!, K!, MEXU!, MIN!, MSC!, NY!, P!, RSA!).

Plantas arbustivas, de 0.5-1.5 m de alto; tallos poco ramificados, entrenudos 1 a 6 cm, glabrescentes, ocasionalmente con tricomas simples muy cortos, de 0.1-0.2 mm de largo; peciolo 8-30 mm de largo, glabrescente con tricomas simples 0.1-0.2 mm de largo; lámina foliar, discolora, ovado-lanceolada a lanceolada, 1.5-4.5 cm de largo, 0.8-2.5 cm de ancho, ápice agudo a obtuso, base truncada, en ocasio-



nes redondeada o cordada, margen aserrado, haz bullado-rugoso, glabrescente, con tricomas simples, 0.1-0.2 mm de largo, envés canescente, con tricomas simples, cortos, 0.1 mm de largo; inflorescencia indefinida, con 1 o 3 racimos terminales, espiciformes, 4-20 cm de largo, con verticilastros a lo largo del raquis, distanciados 10-33 mm en la parte media, con 8-12 flores, raquis glabrescente, con tricomas glandular-capitados, 0.1-0.2 mm de largo y glándulas sésiles esparcidas; brácteas ovadas, marrón claro, pronto deciduas, acuminadas, margen entero y ciliado, 2-5.5 mm de largo, 1.5-3.5 mm de ancho, con tricomas simples, 0.1-0.3 mm de largo, glabrescentes; pedicelo de (0.7)1.3-3.5 mm de largo, glabrescente, con tricomas simples y glandular-capitados, 0.1 mm de largo, ocasionalmente no glandular-capitados; cáliz tubular, 4.5-9.5 mm de largo, 2.5-4.5 mm de ancho, con labios caudados; el superior con 7 venas, con tricomas simples y glandular-capitados, 0.1-0.2 mm de largo y glándulas sésiles evidentes, glabrescente; corola azul a morada, 12.5-13 mm de largo; tubo ventricoso, 7.5-8.5 mm de largo, sin papilas en su interior; labio superior galeado, 3.5-5.5 mm de largo, viloso, en el dorso y margen del labio con tricomas simples; el inferior trilobado, 4.3-6 mm de largo, más largo que el superior; androceo con anteras elipsoides, dorsifijas, y monotecas, filamento 7.4-7.7 mm de largo, estaminodios 2; gineceo con estilo bífido, ligeramente barbado, 13-14 mm de largo, rama anterior 1-1.3 mm de largo, rama posterior 2.4-3.2 mm de largo; mericarpos no vistos.

Distribución y ecología: Oaxaca, Puebla y Veracruz. Matorral xerófilo, bosque tropical caducifolio y en la ecotonía con el bosque de *Quercus* y *Pinus*. Altitud 1350 a 2900 m. Floración de junio a diciembre.

Salvia pannosa se puede confundir con *S. pericona* por la inflorescencia laxa y la pubescencia en el envés de la lámina foliar, en ambas canescente. Se pueden distinguir por la forma de la lámina foliar, de ovado-lanceolada a lanceolada en *S. pannosa* y ovada en *S. pericona*, además del largo de los tricomas en el tallo y peciolo, más cortos en *S. pannosa* (0.1-0.3 mm) que en *S. pericona* (0.6 mm).

Material examinado. MÉXICO. Oaxaca, municipio desconocido, *P. Tenorio L. 9456* (MEXU). Distrito de Coixtlahuaca, municipio Concepción Buenavista, cerro Cedro, al O de El Enebro, 22.X.1984, *P. Tenorio L. 7964* (MEXU). Municipio Tepelmeme, cañada de Carrizalillo, cerro Verde, 17.VIII.1984, *P. Tenorio L. 6958* (MEXU); Cerro Verde al N de Tepelmeme. 18.VII.1985, *P. Tenorio L. 9285* (MEXU). Distrito de Cuicatlán, municipio San Pedro Jocotipac, Loma de en medio 5 km al SE de San Pedro Nodón brecha a San Pedro Jocotipac, 24.X.1991, *P. Tenorio L. 17872* (MEXU). Distrito de Huajuapan, municipio Santa Catarina Zapoquila, Portezuelo Majada Grande, cerro Volcotepec al S de Membrillos, 9.XI.1986, *P. Tenorio L. 12397* (MEXU); cañada al O de Membrillos, camino a el Arco, distrito Huajuapan, 14.IX.1991, *P. Tenorio L. 17486* (MEXU). Distrito Huajuapan, Rincón del Tecolote, al NO de Guadalupe Membrillos, 17.X.1991, *P. Tenorio L. 17668* (MEXU); cerro Gato, al E de Guadalupe Membrillos. 24.XI.1991, *P. Tenorio L. 18218* (MEXU). Distrito Teposcolula, municipio Santiago Tejupan, 6 km al E de Tejupan por la carretera a Suchixtlahuaca. 8.IX.1990, *A. Salinas T. 5616* (MEXU). Distrito de Tlacolula, municipio Teotitlán del Valle, Coixtlahuaca, Concepción Buenavista, base del cerro Pluma, base del cañón del puente Santa Lucía, aproximadamente sobre el km 99-100 de la carretera (cuota) Tehuacán - Oaxaca, 4.VI.1994, *J. L. Panero 4025* (IEB). Puebla, municipio Atzingo, barranca de Tlacuilosto, al SO de San Juan Atzingo, 21.X.1986, *P. Tenorio L.12147* (MEXU). Municipio Caltepec, 2 km al E de la intersección Tehuacán - Orizaba - Esperanza, 18.VII.1990, *A. Salias T. 5454* (MEXU); barranca del Agua Fría, 1.5 km al O de San Luis Atotitlán, 5.VII.1983, *P. Tenorio L. 4015* (MEXU); barranca del Agua Fría, 1.5 km al O de San Luis Atolotitlán, 13.VIII. 1983, *P. Tenorio L. 6836* (IEB, MEXU); Rincón de la Hierba, La Mesa Chica al O de Caltepec, 20.IX.1984, *P. Tenorio L. 7267* (MEXU); Rincón de la Hierba, La Mesa Chica al O de Caltepec, 8.X.1984, *P. Tenorio L. 7616* (MEXU); cerro el Gavilán del Ejido, SO de Caltepec, 7.XI.1984, *P. Tenorio L. 7994* (MEXU); Mesa de Buenavista, al N de Caltepec,

11.XII.1983, *P. Tenorio L. 5085* (MEXU); 7 km al E de Azumbilla, carretera a Vicente Guerrero, 16.IX.1991, *P. Tenorio L. 17519* (MEXU). Municipio Nicolás Bravo, along Tehuacán - Orizaba highway just above Azumbilla, 18.VII.1961, *C. E. Smith Jr. 3948* (MEXU); 2 km al N de Nicolás Bravo, 23.IX.1984, *P. Tenorio L. 7300* (MEXU); 1 km al NO de Nicolás Bravo, 24.VI.1985, *P. Tenorio L. 9079* (MEXU). Municipio San Antonio Cañada, San Esteban behind cerro Colorado, between Nacoxcalco and San Antonio Cañada, 13.VII.1961, *C. E. Smith Jr. 4093* (MEXU). Municipio Tepanco de López, 7 km al NO de Teotepec, brecha a Nopala, 27.IX.1984, *P. Tenorio L. 7463* (MEXU). Veracruz, municipio Acultzingo, Acultzingo, 18.VII.1986, *P. Tenorio L. 11805* (MEXU).

12) *Salvia paupercula* Epling, Repert. Regni Veg., Beih. 110: 173. 1939. TIPO: MÉXICO. Puebla, Rancho Posada, *F. Arsène 385* (holotipo: US!, isotipos: MPU!, UC!, US!, P!).

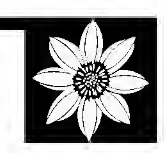
Plantas arbustivas; tallo ramificado, entrenudos 2-5 cm, viloso cuando jóvenes, con tricomas dendríticos; peciolo 1-8 mm de largo; lámina foliar ovado-oblonga, 1.5-2 cm de largo, haz bullado-rugoso, ápice obtuso, base redondeada, margen aserrado; inflorescencia indefinida, con 1 o 3 racimos terminales, espiciformes, con verticilastros a lo largo del raquis, distanciados 3.4-9 mm en la parte media, con 2-6 flores, raquis viloso, con tricomas glandular-capitados; brácteas marrón claro, pronto deciduas, ovadas, acuminadas, margen entero, 6-6.5 mm de largo, 2.5-3 mm de ancho; pedicelo 1.4-2.7 mm de largo, viloso, con tricomas glandular-capitados; cáliz tubular, 4-5.5 mm de largo y 2-2.5 mm de ancho, con labios caudados, viloso, con tricomas glandular-capitados; corola 5-8.5 mm de largo; tubo 5-5.5 mm de largo, con dos papilas en su interior; labio superior galeado, 2.4-2.8 mm de largo, en el dorso con tricomas glandular-capitados; el inferior trilobado, 3-3.4 mm de largo, más largo que el superior; androceo con anteras elipsoides, dorsifijas y monotecas, estaminodios 2; gineceo con estilo bífido, ligeramente barbado, 6.8-8 mm de largo, rama anterior 0.5-0.7 mm de largo, rama posterior 1-1.2 mm de largo; mericarpos ovoides, 0.6-0.8 × 0.4-0.5 mm de ancho, marrones claros, glabros.

Aparte de la colecta de Arsène, de octubre de 1909, no se encontraron ejemplares de esta especie en ninguno de los herbarios visitados ni en viajes de colecta, por lo que no fue posible completar la descripción original, realizada por Epling. Sin embargo, se incluyen algunos caracteres adicionales, que se lograron evaluar en las fotografías de los isotipos.

Salvia paupercula se puede confundir con *S. melissodora,* por la forma de la lámina foliar ovada; aunque, en observaciones más detalladas, se aprecia que la lámina foliar es distinta en forma y tamaño; en *S. melissodora* es de ovada a ovado-lanceolada de 2 a 6 cm de largo y peciolos de 9 a 12 mm y en *S. paupercula* la lámina foliar es ovado-oblonga de 1.5 a 2 cm de largo y peciolos de 1 a 8 mm.

13) *Salvia pericona* B.L. Turner, *Phytologia* 91(2): 260-261. 2009. TIPO: MÉXICO. Oaxaca, Coixtlahuaca, cerro Pericón, 5 km al N de San Pedro Nopala, *A. García 2342* (holotipo: TEX!).

Hierbas perennes, de 0.5-1 m de alto; tallos poco ramificados, entrenudos 5-9 cm, glabrescentes, con algunos tricomas simples, 0.6 mm de largo; peciolo 10-30 mm de largo, viloso, con tricomas simples, 0.7 mm de largo; lámina foliar discolora, deltoide a ovada, 1.5-5 cm de largo, 1-3 cm de ancho, ápice agudo, base cordada, margen aserrado, haz bullado-rugoso, glabrescente, con tricomas simples, 0.1 mm de largo, envés canescente, con tricomas simples, 0.1 mm de largo; inflorescencia indefinida, con racimo terminal, espiciforme, 5-16 cm de largo, con verticilastros a lo largo del raquis, distanciados 10-28 mm en la parte media, con 10-12 flores, raquis viloso, con tricomas simples, 0.1 mm de largo; brácteas ovadas, marrón claro, pronto deciduas, acuminadas, con margen entero y ciliado, 7.5 mm de largo, 6 mm de ancho, glabrescentes; pedicelo 3 mm de largo, viloso, con tricomas simples, 0.1 mm de largo; cáliz tubular, 8-10.5 mm de largo, 3-3.5 mm de ancho, con labios caudados; el superior con 7 venas,



viloso, con tricomas simples, 0.1 mm de largo; corola blanca, ventricosa, 16 mm de largo; tubo ventricoso, 10-13 mm de largo, sin papilas en su interior; labio superior galeado, 5-6 mm de largo, viloso, con tricomas simples en el dorso; el inferior trilobado, 4.5-6 mm de largo, más largo que el superior, ocasionalmente subiguales; androceo con anteras elipsoides, dorsifijas y monotecas, filamento 7.3-11 mm de largo, estaminodios 2; gineceo con estilo bífido, barbado, 13-14.2 mm de largo, rama anterior 0.9-1.5 mm de largo, rama posterior 2.2-2.8 mm de largo; mericarpos no vistos.

Distribución y ecología: Oaxaca. Ecotonía con el bosque de *Quercus* y matorral xerófilo. Altitud 2320 m. Floración en julio.

Salvia pericona es similar a *S. pannosa*, véanse las diferencias morfológicas bajo *S. pannosa*.

Material examinado. MÉXICO. Oaxaca, distrito Teposcolula, municipio Tamazulapan, cerro Pericón, al NO de San Pedro Nopala, 6.VII.1986, *P. Tenorio L. 11597* (IEB).

14) *Salvia ramosa* Brandegee, Zoë 5: 255. 1908. TIPO: MÉXICO. Puebla, Cerro de Mazize, *C. A. Purpus 2578* (holotipo: UC!).

Plantas arbustivas, de 0.5-1.5 m de alto; tallos muy ramificados, entrenudos 0.5-4 cm, vilosos cuando jóvenes, con tricomas dendríticos, 0.2-0.5 mm de largo, glabrescente en la madurez; peciolo 4.5-10 mm de largo, viloso, con tricomas dendríticos, 0.1-0.4 mm de largo; lámina foliar, discolora, ovada, 2-3.5 cm de largo, 1-2 cm de ancho, ápice agudo a obtuso, base truncada, redondeada o cordada, margen aserrado, haz bullado-rugoso, glabrescente, con tricomas simples y dendríticos, 0.1-0.2 mm de largo, envés canescente, con tricomas dendríticos, 0.1-0.2 mm de largo; inflorescencia indefinida, con 1-3 racimos terminales, espiciformes, 4-23 cm de largo, verticilastros a lo largo del raquis, distanciados 7-11 mm en la parte media, con 8-12 flores, raquis viloso, con tricomas dendríticos, 0.2-0.5 mm de largo; brácteas ovadas, marrón claro, pronto deciduas, acuminadas, margen entero, 3.5-5 mm de largo, 2-3 mm de ancho, viloso, con tricomas dendríticos, 0.2-0.5 mm de largo; pedicelo 1-1.6 mm de largo, viloso, con tricomas dendríticos, 0.3-0.5 mm de largo; cáliz tubular a campanulado, 3.8-4.5 mm de largo, 2-3.6 mm de ancho, con labios caudados; el superior con 7 venas, viloso, con tricomas dendríticos, 0.3-0.8 mm de largo; corola azul a morada, 6.5-7.6 mm de largo; tubo ventricoso, 3-4.5 mm de largo, con 2-4 papilas en su interior; labio superior galeado, 2-3 mm de largo, viloso, en el dorso con tricomas dendríticos, que generalmente se mezclan con tricomas simples y glandular-capitados; el inferior trilobado, 2.5-5 mm de largo, más largo que el superior; androceo con anteras elipsoides, dorsifijas y monotecas, filamento de 3.7-4 mm de largo, estaminodios 2; gineceo con estilo bífido, barbado, 5.5-6 mm de largo, rama anterior 0.6-0.9 mm de largo, rama posterior 1.3-1.5 mm de largo; mericarpos ovoides, 1.5 × 1 mm, marrones claro, lisos, glabros.

Distribución y ecología: Oaxaca y Puebla. Matorral xerófilo y bosque de *Pinus-Quercus*. Altitud 1900 a 2100 m. Floración de mayo a diciembre.

La similitud morfológica de *S. ramosa* y *S. variana* llevó a Turner (2009) a incluir a *S. ramosa* en la sinonimia de *S. variana.* Sin embargo, se deben mantener ambas especies como válidas, en base a que *S. ramosa* tiene corolas más pequeñas (6.5-7.6 mm) que *S. variana* (9-14 mm) (Cuadro 2). Además, el dorso del labio superior de la corola de *S. ramosa* tiene tricomas dendríticos y ocasionalmente simples y glandular-capitados, mientras que *S. variana* nunca presenta tricomas dendríticos.

Material examinado. MÉXICO. Oaxaca, distrito del Centro, municipio San Antonio de la Cal, cerro San Antonio, 8.IX.1921, *C. Cowxalli 4235* (MEXU). Distrito de Coixtlahuaca, municipio Concepción Buenavista,

Cuadro 3: Comparación entre *Salvia ramosa* Brandegee y *S. variana* Epling.

	S. ramosa	*S. variana*
Pedicelo (mm)	1-1.6	1.2-3.5
Longitud del cáliz (mm)	3.8-4.5	4.5-6.5
Ancho del cáliz (mm)	2-3.6	3-4.5
Longitud de la corola (mm)	6.5-7.6	9-14
Longitud del labio superior (mm)	2-3	3-6
Longitud de labio inferior (mm)	2.5-3	5.5-8
Tipo de tricomas sobre el dorso del labio superior de la corola	tricomas dendríticos, ocasionalmente entremezclados simples y/o glandular capitados.	tricomas simples y/o glandular capitados

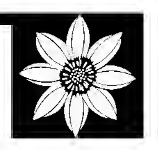
cerro La Torrecilla al O de El Enebro, 25.VIII.1984, *P. Tenorio L. 7132* (MEXU), cerro Cedro, al O de El Enebro, 22.X.1984, *P. Tenorio L. 7962* (MEXU); cerro Cedro, al O de El Enebro, 20.VII.1985, *P. Tenorio L. 9408* (MEXU). Distrito de Huajuapan de León, municipio Huajuapan de León, La Reforma entre Huajuapan de León y Tamazulapan, 6.VII.1985, *R. Torres C. 6657* (ENCB, MEXU). Distrito de Teotitlán, municipio Santa María Tecomavaca, 1 km al O de Pochotepec, 25.IX.1990, *P. Tenorio L. 17205* (MEXU). Distrito de Tlacolula, municipio San Lorenzo Albarradas, 4.7 km al NE de San Bartolo Albarradas. Camino a Totontepec 7.VIII.1985, *R. Torres C. 7014* (MEXU). Puebla, municipio Caltepec, Barranca Rincón del Guayabo (tributaria de Barranca de Coyomeapan), 5 km al S de San Luis Atotitlán, 6.XI.2011, *P. Carrillo R. 6507* (IEB); La Mesa de Buenavista, al N de Caltepec, 11.XII.1983, *P. Tenorio L. 5082* (IEB, MEXU); La Mesa de Buenavista, al N de Caltepec, 19.IX.1984, *P. Tenorio L. 7262c* (MEXU); cerro El Gavilán, al SE de Caltepec, 17.X.1984, *P. Tenorio L. 7292* (MEXU); cerro El Gavilán, al SE de Caltepec, 17.X.1984, *P. Tenorio L. 7729* (IEB, MEXU); El Trueno al SO de Caltepec, 18.V.1986, *P. Tenorio L. 11289* (IEB, MEXU).

15) *Salvia tenorioi* Ramamoorthy ex B. L. Turner, Phytologia 91(2): 262-263, 2009. TIPO: MÉXICO. Puebla, Teontepec, 14 km al NO de Teontepec, brecha Nopala, *P. Tenorio L. 10648* (holotipo: TEX!).

Plantas arbustivas, de 1 m de alto; tallos muy ramificados, entrenudos 2-6 cm, vilosos cuando jóvenes, con tricomas simples, 0.1-0.3 mm de largo, glabrescentes en la madurez; peciolo 3-7 mm de largo, viloso, con tricomas simples, 0.1-0.3 mm de largo; lámina foliar, discolora, ovada y ocasionalmente orbicular, 0.6-2 cm de largo, 0.5-1 cm de ancho, ápice agudo a obtuso, base truncada o redondeada, margen aserrado, haz bullado-rugoso, glabrescente, con tricomas simples, 0.1-0.3 mm de largo, envés viloso, con tricomas simples, 0.1-0.3 mm de largo; inflorescencia indefinida, en racimo terminal, espiciforme, 5-13 cm de largo, verticilastros a lo largo del raquis, distanciados 3-5 mm en la parte media, con 4-6 flores, raquis viloso, con tricomas glandular-capitados, 0.2-0.3 mm de largo; brácteas no vistas; pedicelo 2.5-3 mm de largo, viloso, con tricomas simples, cortos, 0.1-0.3 mm de largo; cáliz forma tubular, 6-6.5 mm de largo, 2.5-3.5 mm de ancho, con labios caudados; el superior con 7 venas, viloso, con tricomas glandular-capitados, 0.1-0.3 mm de largo; corola amarilla a rojiza, 10-14 mm de largo; tubo ventricoso, 6.5-9.5 mm de largo, con 2 papilas en su interior; labio superior galeado, 4-4.2 mm de largo, viloso, con tricomas glandular-capitados en el dorso; el inferior trilobado, 3.6 a 4.6 mm de largo, más largo que el superior; androceo con anteras elipsoides, dorsifijas y monotecas, filamento 5-5.4 mm de largo, estaminodios 2; gineceo con estilo bífido, barbado, 11-12 mm de largo, rama anterior 6-9 mm de largo, rama posterior 1.3-1.6 mm de largo; mericarpos no vistos.

Distribución y ecología: Puebla. Bosque de *Pinus-Quercus*. Altitud 2480 m. Floración en septiembre.

Material examinado. MÉXICO. Puebla, mpio. Nicolás Bravo, cañada El Soldado, 3.8 km al S de Nicolás Bravo, 23.IX.1984, *P. Tenorio L. 7330* (ENCB).



16) *Salvia variana* Epling, Spec. nov. Regni. Veg. Beih. 110(2): 170-171. 1939. TIPO: MÉXICO. Puebla, San Luis Tultitlanapa, *C. A. Purpus 3288* (holotipo: UC!; isotipos: F!, GH!, MO!, UC!, US!, NY!).

Plantas arbustivas, de 1-2.5 m de alto; tallos muy ramificados, entrenudos 1.5-6 cm, vilosos cuando jóvenes, con tricomas dendríticos, 0.1-0.3 mm de largo, glabrescentes en la madurez; peciolo 5-10 mm de largo, viloso, con tricomas dendríticos, 0.1-0.3 mm de largo; lámina foliar, discolora, deltoide a ovada, 2.5-4 cm de largo, 1.5-3 cm de ancho, ápice agudo a obtuso, base truncada, redondeada o cordada, margen aserrado, haz bullado-rugoso, glabrescente, con tricomas simples, 0.1-0.3 mm de largo, envés canescente, con tricomas dendríticos, 0.1-0.2 mm de largo; inflorescencia indefinida, con 1-3 racimos terminales, espiciformes, 4-15 cm de largo, con verticilastros a lo largo del raquis, distanciados 4-12 mm en la parte media, con 6-12 flores, raquis viloso, con tricomas dendríticos, 0.1-0.3 mm de largo; brácteas ovadas, marrón claro, pronto deciduas, acuminadas, margen entero, 5.5 mm de largo, 3.2 mm de ancho, viloso, con tricomas dendríticos, 0.3 mm de largo; pedicelo 1.2-3.5 mm de largo, viloso, con tricomas dendríticos, simples y bifurcados, 0.2-0.3 mm de largo; cáliz tubular a campanulado, 4.5-6.5 mm de largo, 3-4.5 mm de ancho, con labios caudados; el superior con 5-7 venas, viloso, con tricomas dendríticos, 0.3-0.6 mm de largo; corola rosa a guinda ocasionalmente azul, de 9 a 14 mm de largo; tubo ventricoso, 6-8 mm de largo, con 4 papilas en su interior; labio superior galeado, 3-6 mm de largo, viloso, en el dorso con tricomas simples y/o glandular-capitados y tricomas simples o glandular-capitados en el margen del labio; el inferior trilobado, 4.5-8 mm de largo, más largo que el superior; androceo con anteras elipsoides, dorsifijas y monotecas, filamento 7 mm de largo, estaminodios 2; gineceo con estilo bífido, ligeramente barbado, 9.5-13.5 mm de largo; rama anterior 1-1.2 mm de largo, rama posterior 2-3.5 mm de largo; mericarpos ovoides, 2.8 × 1.8 mm, marrones claro, lisos, glabros.

Distribución y ecología: Oaxaca y Puebla. Matorral xerófilo y bosque de *Quercus* con elementos de matorral xerófilo. Altitud 2100 a 2800 m. Floración de agosto a diciembre.

Salvia variana es similar a *S. ramosa*, véanse las diferencias morfológicas bajo *S. ramosa*.

Material examinado. MÉXICO. Oaxaca, distrito de Teposcolula, municipio Villa de Tamazulapan, cerro Pericón, NO de San Pedro Nopala, 13.XI.1985, *T. P. Ramamoorthy 4777* (IEB). Municipio Teposcolula, enfrente de la fábrica de cal, cerca de Teposcolula, 14.XI.1985, *T. P. Ramamoorthy 4782b* (MEXU). Puebla, municipio Caltepec, La Mesa de Buena Vista, al N de Caltepec, 11.XII.1983, *P. Tenorio L. 5075* (IEB); barranca del Agua Fría, 1.5 km al O de San Luis Atolotitlán, 3.VIII.1983, *P. Tenorio L. 6839* (IEB); el Coro, 10 km al NO de Caltepec, ó 6 km al SE de Ecatepec, 14.VIII.1984, *P. Tenorio L. 6866* (IEB). Municipio Tecamachalco, cerro Zapotlán, al O de Ometepec, 23.VIII.1984, *P. Tenorio L. 7062* (IEB).

Contribución de autores

SILC diseño el estudio, asi como el asesoramiento de EIOM. BYBG revisó ejemplares del herbario IEB. EIOM reviso el material en los distintos herbarios, hizo colectas y realizó el escrito con la ayuda de SILC y BYBG. Todos los autores contribuyeron a la revisión y aprobación del manuscrito final.

Financiamiento

Este estudio fue apoyado por la Coordinación de la Investigación Científica de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (proyecto 8.16) a SILC, Instituto de Ecología, A.C. (Cuenta 20006) y a la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) a BYBG, beca de Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) (número 290575) a EIOM.

Agradecimientos

Se agradece a Sergio Zamudio Ruíz, por facilitar las fotografías y sus invaluables aportaciones al manuscrito. A los

encargados de los herbarios EBUM, ENCB, IEB, MEXU y UAMIZ, por las facilidades otorgadas para la consulta. A Jesús G. González-Gallegos, por facilitar la imagen del holotipo de *Salvia evadens*. A José Manuel Ramírez Amezcua por sus ilustraciones y a Damián Piña Bedolla por la preparación de la lámina. A Mariela Alejandre Solorzano por la enseñanza en la elaboración de los mapas. A los acompañantes de colecta y gente que nos invitó a colectar junto a ellos: Arnulfo Blanco, Anna Paizanni, Cesar Alfaro, Justino Olvera, Manuel Ramírez, Mario Veliz, Osvaldo Ramirez y Sergio Zamudio. A los miembros de la mesa sinodal de EIOM: Mario A. Espejo Serna, Gabriela Domínguez Vázquez, Miguel Martínez Trujillo, S. Zamudio Ruíz y Victor W. Steinmann, por sus enseñanzas y crítica revisión.

Literatura citada

Ahmed, S., Z. Kapadia e Y. Bardar. 1994. Antibacterial activity of *Salvia santolinifolia*. Fitoterapia 65: 271-272.

Bedolla-García, B. Y. 2012. Filogenia de *Salvia* secc. *Polystachyae* (Lamiaceae). Tesis de doctorado. Facultad de biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán, México. 165 pp.

Bentham, G. 1833-1836. Labiatarum genera et species: With their general history, characters, affinities, and geographical distribution. London, UK. 783 pp.

Bentham, G. 1876. Labiatae. In: Bentham, G. y J. Hooker (eds.). Genera Plantarum. Vol. 2. W. Pamplin. London, UK. Pp. 1160-1223.

Bentham, G. 1848. Labiatae. In: de Candolle, A. P. (ed.). Prodromus systematis naturalis regni Vegetabilis. Vol. 12. Treuttel & Wurtz. Paris, Francia. Pp. 262-358.

Brandegee, T. S. 1908. New Species of Mexican Plants. Zoë: A biological Journal 5: 231-262.

Chen, H., F. Chen, Y. L. Zhang y J. Y. Song. 1999. Production of lithospermic acid B and rosmarinic acid in hairy root culture of *Salvia miltiorrhiza*. Journal of Industrial Microbiology & Biotechnology 22: 133-138. DOI: http://dx.doi.org/10.1038/sj.jim.2900624

Epling, C. C. 1939. A revision of *Salvia*, subgenus *Calosphace*. Repertorium Specierum Novarum Regni Vegetabilis, Beiheftenov. Regni Vegetabilis 110: 1-383.

Epling, C. C. 1940. Supplementary notes on American Labiatae. Bulletin of the Torrey Botanical Club Club 67: 509-534.

Epling, C. C. 1941. Supplementary notes on American Labiatae II. Bulletin of the Torrey Botanical Club 68: 552-568.

Epling, C. C. 1944. Supplementary notes on American Labiatae III. Bulletin of the Torrey Botanical Club 71: 484-497.

Epling, C. C. 1947. Supplementary notes on American Labiatae IV. Bulletin of the Torrey Botanical Club 74: 512-518.

Epling, C. C. 1951. Supplementary notes on American Labiatae V. Brittonia 7: 129-142.

Epling, C. C. y M. E. Mathias. 1957. Supplementary notes on American Labiatae VI. Brittonia 8: 297-313.

Espejo, A. y T. P. Ramamoorthy. 1993. Revisión taxonómica de *Salvia* sección *Sigmoideae* (Lamiaceae). Acta Botanica Mexicana 23: 65-102.

Fernald, M. L. 1900. A synopsis of the Mexican and Central America species of *Salvia*. Proceedings of the American Academy of Arts and Sciences 35: 489-556.

Fernald, M. L. 1901. Some new spermatophytes. Proceedings of the American Academy of Arts and Sciences 36: 489-506.

Fernald, M. L. 1904-1905. Some new species of Mexican and Nicaraguan dicotyledones. Proceedings of the American Academy of Arts and Sciences 40: 52-58.

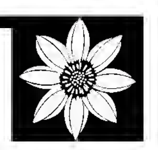
Fernald, M. L. 1910. Little Known Mexican Plants. Proceedings of the American Academy of Arts and Sciences 45: 415-422.

Fernández-Alonso, J. L. 1995. Estudios en labiatae de Colombia II. Novedades en *Salvia* sect. *Longipes* Epl. Anales del Jardín Botánico de Madrid 53(1): 41-46.

Fernández-Alonso, J. L. 2006. Revisión taxonómica de *Salvia* sección *Siphonantha* (Labiatae). Anales del Jardín Botánico de Madrid 63(2): 145-157. DOI: http://dx.doi.org/10.3989/ajbm.2006.v63.i2.4

Fragoso, I. 2014. Análisis filogenético del complejo *Salvia lavanduloides* Kunth (Lamiaceae). Tesis de maestría. Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad de México, México. 202 pp.

Frodin, D. G. 2004. History and concepts of big plant genera. Taxon 53(3): 753-776.



González, G., J. G. 2014. Revision of *Salvia* Subg. *Calosphace* sect. *Membranaceae* (Lamiaceae). Teleopea 16: 43-81. DOI: http://dx.doi.org/10.7751/telopea20147483

González, G. J. G. y A. Castro-Castro. 2016. *Salvia evadens* sp. nov. (Lamiaceae) from Sierra del Halo, Jalisco, México. Nordic Journal of Botany 34: 390-394. DOI: http://dx.doi.org/10.1111/njb.01091

Google. s.f. Mapa de México en Google maps. Recuperado en septiembre de 2016 de https://www.google.com.mx/maps

Grundmann, O., S. M. Phillips, I. Zadezensky y V. Butterweck. 2007. *Salvia divinorum* and Salvinorin A: an update on pharmacology and analytical methodology. Planta Medica 73: 1039-1046. DOI: http://dx.doi.org/10.1055/s-2007-981566

Guillén, M. D., N. Cabo y J. Burillo. 1996. Characterization of the essential oils of some cultivated aromatic plants of industrial interest. Journal of the Science of Food and Agriculture 70: 359-363. DOI: http://dx.doi.org/10.1002/(SICI)1097-0010(199603)70:3<359::AID-JSFA512>3.0.CO;2-0

Hijmans, R. J., L. Guarino y P. Mathur. 2012. DIVA-GIS. Version 7.5. A geographic information system for the analysis of species distribution data. Manual available http://www.diva-gis.org.

JSTOR. 2000-2016. JSTOR Global Plants, https://plants.jstor.org/ (consultado en sep 2016).

Kamatou, G. P. P., N. P. Makunga, W. P. N. Ramogola y A. M. Viljoen.2008. South African *Salvia* species: a review of biological activities and phytochemistry. Journal of Ethnopharmacology. 119: 664-672. DOI: http://dx.doi.org/10.1016/j.jep.2008.06.030

Lagasca, M. 1816. Genera et species plantarum *quae aut novae sunt aut nondum recte cognoscuntur*. Madrid, España. 35 pp.

Lamarck, J. B. y J. L. M. Poiret. 1817. Encyclopédie méthodique. Botanique. Supplement. Vol 5. Agasse. Paris, France. 707 pp.

McNeill J. Ch., F. R Barrier, H. M. Burdet, V. Demoulin, D. L. Hawksworth, K. Marhold, D. H. Nicolson, J. Prado, P. C. Silva, J. E. Skog y J. H. Wiersema. 2012. International Code of Nomenclature for algae, fungi, and plants (Melbourne Code): Adopted by the Eighteenth International Botanical Congress Melbourne, Australia, July 2011. Regnum Vegetabile 154. Disponible en http://www.iapt-taxon.org/nomen/main.php

Peterson, K. 1978. Systematic studies of *Salvia* subgenus *Calosphace* in section *Farinaceae*. Tesis de doctorado. University of Maryland. Washington D.C., USA. 191 pp.

Ramamoorthy, T. P. 1984a. A new species of *Salvia* (Lamiaceae) from Mexico. Brittonia 36(3): 297-299. DOI: http://dx.doi.org/10.2307/2806530

Ramamoorthy, T. P. 1984b. Notes on *Salvia* (Labiatae) in Mexico, with three new species. Journal of the Arnold Arboretum 65: 135-143.

Ramamoorthy, T. P. y M. Elliott. 1998. Lamiaceae de México, diversidad, distribución, endemismo y evolución. In: Ramamoorthy, T. P., R. Bye, A. Lot y J. Fa. Diversidad biológica: Orígenes y distribución. Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad de México, México. Pp. 501-526.

Reisfield, A. S. 1987. Systematic studies in *Salvia* L. (Lamiaceae) with special emphasis on subgenus *Calosphace* (Benth.) Benth. Section *Dusenostachys* Epl. Tesis de maestría. University of Wisconsin. Madison, USA. 423 pp.

Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Ed. Limusa. México, D.F., México. 505 pp.

Rzedowski, G. C. de, J. Rzedowski y colaboradores. 2010. Flora fanerogámica del Valle de México. Instituto de Ecología, A.C. y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Pátzcuaro, Michoacán. 983 pp. Disponible en http://www.biodiversidad.gob.mx/publicaciones/librosDig/pdf/Flora_del_Valle_de_Mx1.pdf

Santos, E. P. 1991. Genre *Salvia* L. Sous-genre *Calosphace* (Benth.) Benth. Secction *Nobiles* (Benth.) Epl. (Labiatae). Bradea 4: 436-454.

Santos, E. P. 1996. Revisión de la section *Rudes* (Benth.) Epling du genre *Salvia* L., sous-genre *Calosphace* (Benth.) Benth. (Labiatae). Candollea 51(1): 19-58.

Santos, E. P. 2004. Notes on *Salvia* sect. *Secundae* (Lamiaceae) and two new species from Brazil. Kew Bulletin 59: 285-290. DOI: http://dx.doi.org/10.2307/4115862

Santos, E. P. y R. M. Harley. 2004. Notes on *Salvia* section *Nobiles* (Lamiaceae). Kew Bulletin 59: 103-109. DOI: http://dx.doi.org/10.2307/4111080

Sessé, L. M. y J. M. Mociño. 1894. Flora Mexicana. Edition Secunda. Secretaria de Fomento. México, D.F., México. 240 pp.

Standley, P. C. y L. O. Williams. 1973. Flora of Guatemala. Fieldiana Botany 24(9): 1-946.

Torke, B. M. 2000. A revision of *Salvia* sect. *Ekmania* (Lamiaceae). Brittonia 52(3): 265-302. DOI: http://dx.doi.org/10.2307/2666577

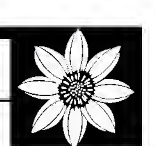
Turner, B. L. 1996. Synopsis of section *Axillaris* of *Salvia*. Phytologia 81(1): 16-21.

Turner, B. L. 2008. Recension of *Salvia* sect. *Farinaceae* (Lamiaceae). Phytologia 90(2): 163-175.

Turner, B. L. 2009. Recension of Mexican species of *Salvia* sect. *Scorodonia* (Lamiaceae). Phytologia 91(2): 256-269.

Walker, J. B. 2006. A preliminary phylogenetic analysis of *Salvia* subgenus *Calosphace*. Tesis de doctorado. University of Wisconsin. Madison, USA. 132 pp.

Yagi, A., K. Fujimoto, K. Tanonaka, K. Hirai y S. Takeo. 1989. Posible active components of tanshen (*Salvia miltiorrhiza*) for protection of the myocardium against ischemia-induced derangements. Planta Medica 55: 51-54. DOI: http://dx.doi.org/10.1055/s-2006-961824



Números cromosómicos para tres especies de *Cosmos* sección *Discopoda* (Asteraceae, Coreopsideae), con notas citogeográficas

Chromosomic numbers for three species of *Cosmos* section *Discopoda* (Asteraceae, Coreopsideae), with cytogeographic notes

Arturo Castro-Castro[1], Georgina Vargas-Amado[2], José Juvencio Castañeda-Nava[3], Mollie Harker[2], Guadalupe Munguía-Lino[4], Fernando Santacruz-Ruvalcaba[3] y Aarón Rodríguez[2,5]

1 Catedrático CONACYT-Instituto Politécnico Nacional, Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Durango (CIIDIR-Durango).

2 Universidad de Guadalajara, Instituto de Botánica, Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias (CUCBA), Departamento de Botánica y Zoología, Herbario Luz María Villarreal de Puga, Apdo. postal 1-139, 45101 Zapopan, Jalisco, México.

3 Universidad de Guadalajara, Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias (CUCBA), Departamento de Producción Agrícola. Apdo. postal 1-139, 45101 Zapopan, Jalisco, México.

4 Catedrático CONACYT-Universidad de Guadalajara, Instituto de Botánica, Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias (CUCBA), Departamento de Botánica y Zoología, Herbario Luz María Villarreal de Puga, Laboratorio Nacional de Identificación y Caracterización Vegetal, Apdo. postal 1-139, 45101 Zapopan, Jalisco, México.

5 Autor para la correspondencia: rca08742@cucba.udg.mx

Citar como:
Castro-Castro, A., G. Vargas-Amado, J. J. Castañeda-Nava, M. Harker, G. Munguía-Lino, F. Santacruz-Ruvalcaba y A. Rodríguez. 2017. Números cromosómicos para tres especies de *Cosmos* sección *Discopoda* (Asteraceae, Coreopsideae), con notas citogeográficas. Acta Botanica Mexicana 118: 41-52. DOI: http://dx.doi.org/10.21829/abm118.2017.1199

Recibido: 10 de marzo de 2016.
Revisado: 6 de julio de 2016.
Aceptado: 19 de septiembre de 2016.

DOI:
http://dx.doi.org/10.21829/abm118.2017.1199

Resumen:

Antecedentes y Objetivos: *Cosmos* secc. *Discopoda* (Asteraceae, Coreopsideae) es un modelo de estudio sobre poliploidía y aneuploidía. La sección es monofilética, agrupa 24 especies herbáceas perennes y existen especies poliploides y aneuploides. Sin embargo, no se conocen los números cromosómicos para todas las especies y su citogeografía no ha sido estudiada. El propósito de la presente comunicación es dar a conocer conteos cromosómicos para tres especies y discutir sobre el nivel de ploidía ancestral y patrones de distribución geográfica de los niveles de ploidía en la sección.

Métodos: Se realizó una recopilación de los registros cromosómicos y se realizaron conteos cromosómicos para tres especies a partir de la preparación de estructuras vegetativas. Mediante un sistema de información geográfica y una base de datos geográficos con 810 registros, se analizó la distribución geográfica de niveles de ploidía asignando un nivel de ploidía a cada registro por especie. Además, se realizó una reconstrucción del nivel de ploidía ancestral mediante análisis empleando un modelo de máxima verosimilitud.

Resultados clave: *Cosmos nitidus* y *C. ramirezianus* son diploides (2n=2x=24) y *C. pseudoperfoliatus* es tetraploide (2n=4x=48). En *Cosmos* secc. *Discopoda* actualmente se conoce el número cromosómico de 20 especies, 12 son diploides (2n=2x), seis taxa son exclusivamente poliploides (2n=4x, 6x, 8x), cuatro son diploides y poliploides y existen dos eventos independientes de aneuploidía. La reconstrucción del nivel de ploidía ancestral permite reconocer que x=12 es el número cromosómico básico en la sección.

Conclusiones: Las especies de *Cosmos* secc. *Discopoda* no muestran una correlación entre los niveles de ploidía y sus rangos de distribución geográfica. En contraste, existe un aumento del nivel de ploidía de sur a norte, con una concentración de poliploides en el norte de la Sierra Madre Occidental.

Palabras clave: citogeografía, Heliantheae, poliploidía, Sierra Madre Occidental, Zona de Transición Mexicana.

Abstract:

Background and Aims: *Cosmos* section *Discopoda* (Asteraceae, Coreopsideae) is a model for studying polyploidy and aneuploidy. This section is monophyletic, including 24 herbaceous perennials with some polyploid species and others aneuploids. However, the chromosome numbers of some species are still unknown and their cytogeography has not been studied. Here the chromosome counts for three species are revealed and the ancestral levels of ploidy as well as geographical distributions of the different ploidy levels are compared.

Methods: Previously known chromosome counts were retrieved and chromosome counts were made from vegetative parts of three species. After designating a ploidy level to each of 810 registers, including all species and through the use of a geographic information system, their distributions were analyzed based on those ploidy levels. In addition, using a maximum likelihood model, a reconstruction of ancestral ploidy was made.

Key results: *Cosmos nitidus* and *C. ramirezianus* are diploids (2n=2x=24) while *C. pseudoperfoliatus* is tetraploid (2n=4x=48). To date, chromosome counts for the 20 species of *Cosmos* section *Discopoda* are known, of which 12 are diploids (2n=2x), six are exclusively polyploids (2n=4x, 6x, 8x), four are diploids and polyploids and there are two independent events of aneuploidy. The reconstruction of ancestral ploidy levels revealed that x=12 is the basic number of chromosomes in this section of *Cosmos*.

Conclusions: A correlation between the ploidy levels and geographical ranges of the species of *Cosmos* section *Discopoda* does not seem apparent. In contrast, there does seem to be an increase in ploidy levels from south to north, with a concentration of polyploids in the northern area of the Sierra Madre Occidental.

Key words: cytogeography, Heliantheae, Mexican Transition Zone, polyploidy, Sierra Madre Occidental.

Introducción

Aunque el número cromosómico es importante en sistemática vegetal (Stace, 2000), el conocimiento al respecto es limitado. De acuerdo con Bennett (1998), se conoce el número cromosómico de 25% de las angiospermas. En contraste, ha sido ampliamente evidenciado que la poliploidía juega un papel significativo en la evolución de las angiospermas (Soltis et al., 2009; Levin, 2013), y una estimación reciente sugiere que todos sus linajes han experimentado uno o más eventos de poliploidización (Wood et al., 2009). La evolución cromosómica en la familia Asteraceae Bercht. & J. Presl ha sido estudiada y se han señalado distintos eventos de poliploidía y reducciones cromosómicas. Estos fenómenos también han sido documentados en la tribu Coreopsideae (Less.) Turner & Powell (Robinson et al., 1981; Crawford et al., 2009; Semple y Watanabe, 2009). El número cromosómico gametofítico más frecuente en Coreopsideae es n=12-14 y algunos autores han sugerido a estos valores como el número básico, con aneuploidías marcadas en algunos linajes (Smith, 1975; Robinson et al., 1981). Sin embargo, a partir de una hipótesis filogenética, Crawford et al. (2009) consideraron como número básico para Coreopsideae x=16 y una serie de tres clados aneuploides en donde el género *Coreopsis* L. resulta parafilético: Clado A (*Chrysanthellum* Rich., *Coreopsis* sección *Anathysana* Blake, *Electranthera* Mesfin Tadesse, D.J. Crawford & Pruski, *Glossocardia* Cass., *Isostigma* Less., *Henricksonia* B.L. Turner, *Heterosperma* Cav.); Clado B (*Fitchia* Hook, *Narvalina* Cass., *Oparanthus* Sherff, *Petrobium* R. Br., *Selleophytum* Urb., y Clado C (*Bidens* L., *Coreocarpus* Benth., *Coreopsis* secciones *Calliopsis* (Rchb.) Nutt., *Coreopsis*, *Eublepharis* Nutt, *Gyrophyllum* Nutt. y *Pseudoagarista* A. Gray y *Silphidium* (Torr. & A. Gray) A. Gray, *Cosmos* Cav., *Leptosyne* DC., *Thelesperma* Less.).

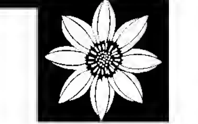
De acuerdo a Panero y Funk (2002) y Crawford et al. (2009), Coreopsideae incluye 24 géneros y cerca de 600 especies. Su mayor diversidad se encuentra en México, donde crecen 50% de los géneros y las especies (Castro-Castro et al., 2013). Las Coreopsideae mexicanas concentran 85% de su diversidad en los géneros *Bidens, Cosmos, Coreopsis* y *Dahlia* Cav. *Cosmos* es un grupo monofilético y contiene 35 especies incluidas en las secciones *Cosmos, Discopoda* (DC.) Sherff y *Mesinenia* Sherff (Sherff, 1932; Castro-Castro et al., 2014). Con excepción de *C. peucedanifolius* Wedd., el resto de las especies crecen en México (Castro-Castro et al., 2013, 2014; Vargas-Amado et al., 2013).

Cosmos ha sido sujeto de escasos estudios citogenéticos y citogeográficos (Melchert 1990, 1990a, 2010). El análisis citogeográfico de Melchert (1968) destacó distintos eventos de poliploidía y reducciones cromosómicas. Como resultado, se ha hipotetizado que las alteraciones cromosómicas han sido significativas en la evolución y especiación de *Cosmos* (Vargas-Amado, 2013; Castro-Castro et al., 2014). *Cosmos* secc. *Discopoda* es el grupo más diverso del género, agrupa 24 especies herbáceas perennes; su número cromosómico básico es x=12 y es monofilético (Castro-Castro 2015; Cuadro 1). La citogeografía del grupo no ha sido estudiada. Melchert (1968) analizó 12 especies, pero no consideró algunos conteos previos a su obra. En tiempos recientes, han sido publicados conteos cromosómicos para 18 especies de la sección (Cuadro 1). Con este marco, el propósito de la presente comunicación es validar los conteos cromosómicos reportados por Castro-Castro et al. (2014) para *C. nitidus* Paray, *C. pseudoperfoliatus* Art. Castro, M. Harker & Aaron Rodr. y *C. ramirezianus* Art. Castro, M. Harker & Aaron Rodr. Además, se discute sobre el nivel de ploidía ancestral y se aportan datos sobre la distribución geográfica de niveles de ploidía de la sección.

Materiales y métodos

Colección de material vegetal

Comprendió la recolección de semillas y plantas vivas, para realizar los conteos cromosómicos durante los años 2011-2013. Fueron preparados ejemplares de herbario de respaldo siguiendo los métodos propuestos por Sánchez-González y González (2007). El juego principal de la colección fue depositado en el herbario IBUG y fueron

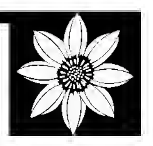


Cuadro 1: Conteos cromosómicos y frecuencia de poliploides en especies de *Cosmos* Cav. sección *Discopoda* (DC.) Sherff. Número cromosómico básico x=12.

Especie	Niveles de ploidía						Localidad	Fuentes
	2x	2x+2	4x	6x	8x	8x-4		
1. *C. atrosanguineus* (Hook.) A. Voss	24						Plantas cultivadas en el Instituto de Horticultura John Innes, Merton, Londres	Lawrence (1929)
2. *C. concolor* Sherff				72			México. Durango, Durango, 0.5 mi W of Hacienda Coyotes, route 40, *T. E. Melchert y P. D. Sorensen 6038D, 6038F-G, 6038G, 6038K* (IA)	Melchert (1968)
3. *C. deficiens* Melchert	24						México. Jalisco, Cuautla, road from Los Volcanes to Mascota, 9 mi NW of Los Volcanes, *N. J. Carman y D. E. Giannasi 68-114* (IA, TEX)	Melchert (2010)
4. *C. diversifolius* Otto ex Knowles & Westc.	24						México. Oaxaca, Oaxaca, 13 mi N of Nochixtlán, route 190, *T. E. Melchert y P. D. Sorensen 6195* (IA); 20 mi S of Nochixtlan, route 190, *T. E. Melchert y P. D. Sorensen 6161* (IA); just N of La Carbonera, ca. 28 mi N of Ciudad Oaxaca, route 190, *T. E. Melchert y P. D. Sorensen 6177* (IA); 1.5 mi N of La Carbonera, route 190, *T. E. Melchert 6180 y P. D. Sorensen* (IA); 17 mi NE of Ciudad Oaxaca, road to Ixtlán de Juárez, *T. E. Melchert 6182* (IA); 15.5 mi NE of Ixtlán de Juárez near Llano de las Flores, *T. E. Melchert y P. D. Sorensen 6195* (IA); 26 mi S of Nochixtlan, route 190, *T. E. Melchert y P. D. Sorensen 6164* (IA); *T. E. Melchert et al. 67-93* (TEX); *N. J. Carman 68-44* (TEX)	Melchert (1968, 2010); Turner et al. (1961, 1962)
			48				México. Hidalgo, *T. E. Melchert* et al. *67-43* (TEX). Mexico. Distrito Federal, 6.5 mi N of Tres Marías, route 95, *T. E. Melchert y P. D. Sorensen 6113* (IA). San Luis Potosí, *T. E. Melchert et al. 67-19 A-D* (TEX)	Melchert (1968, 2010)
5. *C. jaliscensis* Sherff			48				México. Jalisco, Cuautla, *N. J. Carman 68-16* (TEX)	Melchert (2010)
				72			México. Jalisco, Cuautla, 5.5-6 mi W of Los Volcanes, road to Mascota, *T. E. Melchert et al. 6381* (IA).	Melchert (1968, 2010)
6. *C. juxtlahuacensis* Panero & Villaseñor		26					México. Oaxaca, Juxtlahuaca, 27 km al E de Juxtlahuaca a lo largo de la carretera a San Martín Peras, *J. L. Panero et al. 3506* (TEX)	Strother y Panero (2001)
7. *C. longipetiolatus* Melchert			Sin datos					
8. *C. mattfeldii* Sherff			Sin datos					
9. *C. mcvaughii* Sherff	24						México. Jalisco, Cuautla, ca. 8 mi W of Los Volcanes, road to Mascota, *T. E. Melchert et al. 6388, 6388C, 6388D* (IA)	Melchert (1968)
10. *C. modestus* Sherff	24						México. Estado de México, *T. E. Melchert et al. 67-139A, 67-139B, 67-140* (TEX)	Melchert (2010)
11. *C. montanus* Sherff	24						México. Jalisco, Cuautla, 3 mi W of Cuautla, road to Los Volcanes, *T. E. Melchert et al. 6368* (IA)	Melchert (1968)
			48				México. Jalisco, *N. J. Carman y D. E. Giannasi 68-119* (TEX)	Melchert (2010)
12. *C. nelsonii* B.L. Rob. & Fernald			Sin datos					
13. *C. nitidus* Paray	24						México. Estado de México, Sultepec, 1 km al SE de Sultepec, por la carretera estatal México 10 rumbo a Totolmaloya, *A. Rodríguez y G. Vargas-Amado 6009* (IBUG, IEB, MEXU)	Este trabajo

Cuadro 1: Continuación.

Especie	Niveles de ploidía						Localidad	Fuentes
	2x	2x+2	4x	6x	8x	8x-4		
14. *C. palmeri* B.L. Rob.			48				México. Durango, Durango, 4 mi N of route 90, road from El Soldado to Otinapa, *T. E. Melchert y P. D. Sorensen 6021* (IA); 4 mi W of El Soldado, route 40, *T. E. Melchert y P. D. Sorensen 6023* (IA); 6 mi W of El Soldado, route 40, *T. E. Melchert y P. D. Sorensen 6026* (IA); 9.5 mi W of El Soldado, intersection local road and route 40, *T. E. Melchert y P. D. Sorensen 6028* (IA); *N. J. Carman 68-19* (GH), *N. J. Carman y D. E. Giannasi 68-67* (GH); *T. E. Melchert* et al. *6293* (GH)	Melchert (1968, 2010)
15. *C. peucedanifolius* Wedd.	24						Argentina. Jujuy, dpto. Capital, 0.5 km arriba de Yala, en Quebrada Río Yala, *J. H. Hunzinker et al. 10262* (SI)	Robinson et al. (1981); Rozenblum et al. (1985); Wulff et al. (1996)
16. *C. pringlei* B.L. Rob. & Fernald					96	92	México. Chihuahua, *T. E. Melchert* et al. *6265* (GH). Durango, *N. J. Carman y D. E. Giannasi 68-68* (TEX)	Melchert (2010)
17. *C. pseudoperfoliatus* Art. Castro, M. Harker & Aaron Rodr.			48				México. Jalisco, Guachinango, km 41.5 carr. Ameca-Mascota, 3.5 km al O de Guachinango, en el paraje Santa Cruz del Roble, *A. Castro-Castro y A. Rodríguez 1979* (IBUG, IEB, MEXU)	Este trabajo
18. *C. purpureus* (DC.) Benth & Hook.f. ex Hemsl.	24						México. Estado de México, 34 mi SW of Toluca, ca. 10 km NE of Temascaltepec, route 130, *T. E. Melchert y P. D. Sorensen 6223 A-B, 6223 D-F* (IA).	Melchert (1968, 2010)
			48				México. Estado de México, 7 mi S of Tenancingo, route 55, *T. E. Melchert y P. D. Sorensen 6126* (IA); *T. E. Melchert et al. 67-149 A-B, T. E. Melchert et al. 67-150 A-B* (TEX)	
19. *C. ramirezianus* Art. Castro, M. Harker & Aaron Rodr.	24						México. Jalisco, Zapopan, Calle Encino del Fraccionamiento La Herradura, 25 km al W de Guadalajara, *A. Castro-Castro y L. M. Villarreal de Puga 2295* (IBUG, IEB, MEXU)	Este trabajo
20. *C. scabiosoides* Kunth	24						México. Estado de México, ca. 18 mi E of Mexico City, route 190 (K 28), *T. E. Melchert et al. 6147A, 6147B, 6147C, 6147D, 6147E, 6147F* (IA); 27 mi SW of Toluca, route 130 to Temascaltepec, *T. E. Melchert y P. D. Sorensen 6219* (IA). Michoacán, 6 mi W of Quiroga, route 15, *T. E. Melchert et al. 6411* (IA). Morelos, *T. E. Melchert et al. 67-129* (TEX). Veracruz, *T. E. Melchert* et al. *67-113* (TEX)	Melchert (1968, 2010)
			48				México. Estado de México, highway N of Valle de Bravo, junction with access road to reservoir power plant, *T. E. Melchert et al. 6430* (IA). Michoacán, route 15, 2 mi E of junction with road to Uruapan, *T. E. Melchert et al. 6405* (IA); 9 mi W of Ciudad Hidalgo, route 15,*T. E. Melchert et al. 6425* (IA); 22 mi W of Ciudad Hidalgo, route 15, *T. E. Melchert y P. D. Sorensen 6099* (IA)	
21. *C. schaffneri* Sherff	24						México. Estado de México, 5 mi S of Texcaltitlán, road to Sultepec, *T. E. Melchert et al. 6496, 6496A-B* (IA); Cerro de Cualtepec, ca. 4 km SE of Sultepec, *T. E. Melchert et al. 6499* (IA)	Melchert (1968)
22. *C. sessilis* Sherff			Sin datos					
23. *C. sherffii* Melchert	24						México. Oaxaca, Oaxaca 30 mi S of Nochixtlán, route 190, *T. E. Melchert y P. D. Sorensen 6166* (IA); 3-3.5 mi N of La Carbonera, route 190 (ca. 29 mi N of Ciudad Oaxaca), *T. E. Melchert et al. 6476* (IA)	Melchert (1967)
24. *C. stellatus* Sherff	24						México. Michoacán, Aguililla, road from Apatzingan to Dos Aguas, ca. 2 mi E of Dos Aguas. *N. J. Carman y D. E. Giannasi 68-123* (IA, TEX)	Melchert (1990, 2010)



distribuidos duplicados a los herbarios CIIDIR, IEB y MEXU (acrónimos Thiers 2016; Cuadro 1).

Conteos cromosómicos

Fueron colocados 10 aquenios por especie sobre papeles húmedos en cajas petri a 37 °C, durante 3-5 días. En promedio, las semillas germinaron después de una semana. Por separado, dos plantas vivas por especie fueron mantenidas en cultivo en condiciones de invernadero, con temperatura y humedad controladas y con un riego de hormonas promotoras del enraizamiento. En ambos casos, 10 puntas de raíz por especie fueron recolectadas a las 5:00, 12:00 y 17:00 horas y fijadas en 5 ml de 8-hidroxiquinoleina a 2mM, durante siete horas y a temperatura ambiente. Después, las muestras fueron fijadas en 5 ml de alcohol acético, hidrolizadas con enzimas peptídicas a 37 °C durante 1.5 horas y suspendidas en 5 ml de ácido clorhídrico. En seguida, las puntas de raíz fueron teñidas con acetorceina y se prepararon placas mediante aplastamiento y calor. Por último fueron observadas, en promedio, 50 células en profase para cada especie y se obtuvieron fotomicrografías de los campos de mejor resolución (Castañeda-Nava, 2012).

Trabajo de gabinete

La información cromosómica de las especies de *Cosmos* secc. *Discopoda* obtenida en el presente trabajo fue complementada con los conteos compendiados por Castro-Castro et al. (2014) y citados en el Cuadro 1, así como a partir de la consulta de las bases de datos de Watanabe (2013) y Tropicos (Tropicos, 2015).

Análisis citogeográfico

Para el análisis de la distribución geográfica de niveles de ploidía en *Cosmos* secc. *Discopoda*, se utilizó la base de datos geográficos con 810 registros generada por Vargas-Amado et al. (2013) y se asignó un nivel de ploidía a cada especie. Para utilizar la información, la base de datos fue convertida a un formato compatible con un SIG mediante el programa de cómputo ArcView 3.3 (ESRI, 1992-2002). En ArcView 3.3 se verificó la proyección de los puntos mediante su superposición con los mapas de límites administrativos de los países del continente americano y las provincias fisiográficas de México (INEGI, 2001). Por último, se realizó una reconstrucción del nivel de ploidía ancestral utilizando el resultado del análisis filogenético de *Cosmos* generado por Castro-Castro (2015). La reconstrucción del estado ancestral y los cálculos de los valores de máxima verosimilitud (VML) se llevaron a cabo en el programa Mesquite v.2.75 (Maddison y Maddison, 2011), empleando el modelo Mk1 (Markov k-state one-parameter) el cual asume tasas de cambio similares entre cualquiera de los estados del carácter analizados.

Resultados y Discusión

Los conteos cromosómicos, obtenidos para *Cosmos* secc. *Discopoda* y los registrados con anterioridad, aparecen en el Cuadro 1. *Cosmos nitidus* y *C. ramirezianus* son diploides (2n=2x=24) y *C. pseudoperfoliatus* es tetraploide (2n=4x=48) (Fig. 1).

Citogeografía

Cosmos secc. *Discopoda* es citológicamente complejo y es evidente que distintos eventos de poliploidía han facilitado su diversificación. Como muestra, 42% de los taxa son poliploides. De las 20 especies de las que se conoce su número cromosómico, 12 son diploides (2n=2x), seis taxa son exclusivamente poliploides (2n=4x, 6x, 8x) y cuatro son diploides y poliploides (Cuadro 1). Además, es posible hipotetizar sobre dos eventos independientes de aneuploidía en poblaciones de *C. pringlei* B.L. Rob & Fernald y *C. juxtlahuacensis* Panero & Villaseñor. En el primero, su condición normal es 2n=8x=96, pero existen poblaciones que pueden corresponder a poblaciones poliploides aneuploides, donde 2n=8x=92 (2n=8x-4=92). En cambio, en *C. juxtlahuacensis*, pueden considerarse poblaciones diploides aneuploides con 2n=2x=26 (2n=2x=24+2).

Numerosos autores han señalado que la aneuploidía juega un papel importante en la evolución y progresión cromosómica de las plantas. Tal proceso ha sido propuesto ser efectivo en la especiación del género *Mikania* Willd. (Ruas y Aguiar-Perecin, 1997). También, Frederico et al. (1996) y Peirson et al. (2013) demostraron que



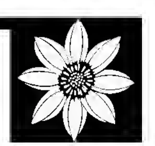
Figura 1: Cromosomas en metafase mitótica para tres especies de *Cosmos* Cav. sección *Discopoda* (DC.) Sherff. Escala=5µm. A. *Cosmos nitidus* Paray (2n=2x=24); B. *Cosmos pseudoperfoliatus* Art. Castro, Harker & Aarón Rodr. (2n=4x=48); C. *Cosmos ramirezianus* Art. Castro, Harker & Aarón Rodr. (2n=2x=24).

la aneuploidía, poliploidía y los rearreglos estructurales a nivel cromosómico han sido determinantes para la evolución de las especies sudamericanas y norteamericanas de los géneros *Stevia* Cav. y *Solidago* L., respectivamente. Así mismo, Malallah et al. (2001) encontraron en diferentes poblaciones de *Picris babylonica* Hand.-Mazz. una amplia serie cromosómica aneuplide que fue relacionada con una variación en el desarrollo de capítulos homocárpicos o heterocárpicos. La aneuploidía en *Cosmos* es un área de oportunidad en la investigación y su examen a fondo podría revelar procesos evolutivos importantes en el género.

Las especies de la sección también son diversas en su morfología. Los límites específicos no son claros y en ocasiones existe una variación clinal. Esta observación también existe cuando se analiza la distribución geográfica y los niveles de ploidía. Un ejemplo es el complejo de especies integrado por *Cosmos palmeri* B.L. Rob. y *C. pringlei* (Castro-Castro et al., 2013). *Cosmos pringlei* se desarrolla con mayor frecuencia en el norte de la Sierra Madre Occidental; ahí las poblaciones analizadas por Melchert (2010) son octoploides (Cuadro 1; Fig. 1). Por su parte, *C. palmeri* mantiene una distribución más amplia, comparte espacios con *C. pringlei*, se extiende hacia el sur del mismo sistema de montañas y sus poblaciones son tetraploides (Cuadro 1; Fig. 1).

La poliploidía es un proceso evolutivo importante que produce variación genética y facilita la colonización de nuevos y diferentes hábitats (Soltis et al., 2009; Wood et al., 2009). Como consecuencia, se espera que los poliploides tengan una distribución geográfica más amplia en comparación con sus congéneres diploides (Grant, 1989). En *Cosmos* sección *Discopoda*, las observaciones en este sentido son contrastantes. En la sección, 10 especies diploides tienen una distribución geográfica restringida (*C. deficiens* (Sherff) Melchert, *C. juxtlahuacensis*, *C. mcvaughii* Sherff, *C. modestus* Sherff, *C. nitidus*, *C. ramirezianus*, *C. schaffneri* Sherff, *C. sessilis* Sherff, *C. sherffii* Melchert y *C. stellatus* Sherff). *Cosmos peucedanifolius*, aunque también es diploide, tiene una amplia distribución que se extiende a través de Los Andes en Argentina, Bolivia y Perú. *Cosmos diversifolius* Otto ex Knowles & Westc. y *C. scabiosoides* Kunth tienen poblaciones diploides y tetraploides con una distribución geográfica amplia en México y Guatemala (Vargas-Amado et al., 2013; Cuadro 1). Ambos taxones ocupan rangos elevacionales amplios sobre hábitats diversos.

Por el contrario, *Cosmos purpureus* (DC.) Benth. & Hook.f. ex Hemsl. tiene un rango geográfico reducido aunque sus poblaciones pueden ser diploides y tetraploides. *Cosmos atrosanguineus* (Hook.f.) Voss, *C. montanus* Sherff, *C. nelsonii* B.L. Rob. & Fernald y *C. pseudoperfoliatus* son tetraploides y microendémicos con rangos



elevacionales estrechos y con requerimientos de hábitat particulares. *Cosmos jaliscensis* Sherff agrupa poblaciones tetraploides y hexaploides. Sin embargo, es una especie endémica del oeste de Jalisco. Otro caso interesante es *C. concolor* Sherff, un hexaploide endémico del sur de la Sierra Madre Occidental. Por último, se tiene *C. pringlei*, un octoploide restringido a la Sierra Madre Occidental (Vargas-Amado et al., 2013; Cuadro 1). En conclusión, en *Cosmos* secc. *Discopoda* no existe relación entre los niveles de ploidía y sus rangos de distribución geográfica. El estudio de la evolución cromosómica en esta sección requiere de más conteos y su asociación a una hipótesis filogenética. También es necesario analizar el proceso de hibridación.

La variación cromosómica en *Cosmos* secc. *Discopoda* implica distintos procesos. En ésta sección se distinguen dos grupos de especies morfológicamente similares y poliploides. El primer grupo está representado por los tetraploides *Cosmos atrosanguineus*, *C. montanus* y *C. palmeri* (2n=4x=48). En este mismo complejo, en *C. jaliscensis* hay poblaciones tetraploides y hexaploides (2n=4x=48; 2n=6x=72). De forma análoga, *C. purpureus* y *C. scabiosoides* tienen poblaciones diploides y tetraploides (2n=2x=24; 2n=4x=48). Así mismo, en *C. pringlei* la poliploidía y la aneuploidía explican su variación cromosómica. En esta especie se han registrado dos tipos de poblaciones octoploides. En la primera 2n=8x=96 pero la segunda requiere una modificación a la serie poliploide pues 2n=8x-4=92, fenómeno denominado como reducción de la poliploidía (Grant, 1989; Cuadro 1). En morfología, este primer grupo es diferente a un segundo complejo de especies, en su mayoría diploides y formado por *C. deficiens*, *C. mcvaughii*, *C. modestus*, *C. nitidus*, *C. peucedanifolius*, *C. ramirezianus*, *C. schaffnerii*, *C. sessilis*, *C. sherffii* y *C. stellatus* (2n=2x=24; Cuadro 1). En este grupo, una excepción es *C. diversifolius* que tiene poblaciones diploides y tetraploides.

Lo antes discutido se puede evaluar en un contexto filogenético. El origen común de las especies con igual nivel de ploidía constituye una hipótesis. Por el contrario, la poliploidía puede ser el resultado de eventos independientes. Los resultados de la reconstrucción del nivel de ploidía ancestral en *Cosmos* secc. *Discopoda* muestran que n=12 (VML=0.87) y los taxa poliploides no se agrupan en un solo clado (Fig. 3). En consecuencia, el análisis sugiere un origen independiente de los taxa poliploides. Esta hipótesis se apoya con los hallazgos de Reberning et al. (2010), Artyukova et al. (2011) y Peirson et al. (2013) para las series poliploides no monofiléticas de los géneros *Melampodium* L., *Oxytropis* DC. y *Solidago* L., respectivamente. Las series de duplicación cromosómica han ocurrido en cinco eventos distintos, que representan clados diferentes en la filogenia de *Cosmos* secc. *Discopoda*. Por otro lado, en esta sección existe una variación clinal en los niveles de ploidía a lo largo de su amplitud geográfica. Los valores aumentan de sur a norte y es notable la concentración de poliploides a lo largo de la Sierra Madre Occidental (Fig. 2).

Por último, en *Cosmos* existe una correlación entre hábitos de crecimiento y números cromosómicos. Las especies perennes tienen niveles de ploidía más elevados que las anuales (Cuadro 1; Fig. 3). Por ejemplo, 78% de las especies sufrútices de *Cosmos* sección *Mesinenia* son poliploides. Aún más, cuando se comparan las herbáceas perennes y las anuales, la tendencia a la poliploidía es mayor en las perennes (Cuadro 1; Fig. 3). Este hecho concuerda con lo observado en los géneros *Helianthus* L., *Zea* L. y *Sorghum* Moench (Müntzing, 1936) y en 220 géneros de eudicotiledóneas (Stebbins, 1938).

Contribución de los autores

ACC y AR concibieron y diseñaron el estudio. ACC, GVA, GML, JCN y MH realizaron los análisis y aportaron en la adquisición de datos. ACC, AR y MH escribieron el documento. Todos los autores aportaron a las discusiones, revisiones y aprobación del manuscrito final.

Financiamiento

Este estudio fue apoyado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (proyectos 229039 y 80200), el Doctorado en Ciencias en Biosistemática, Ecología y Manejo de Recursos Naturales de la Universidad de Guadalajara (beca V/2010/316) y la organización Idea Wild.

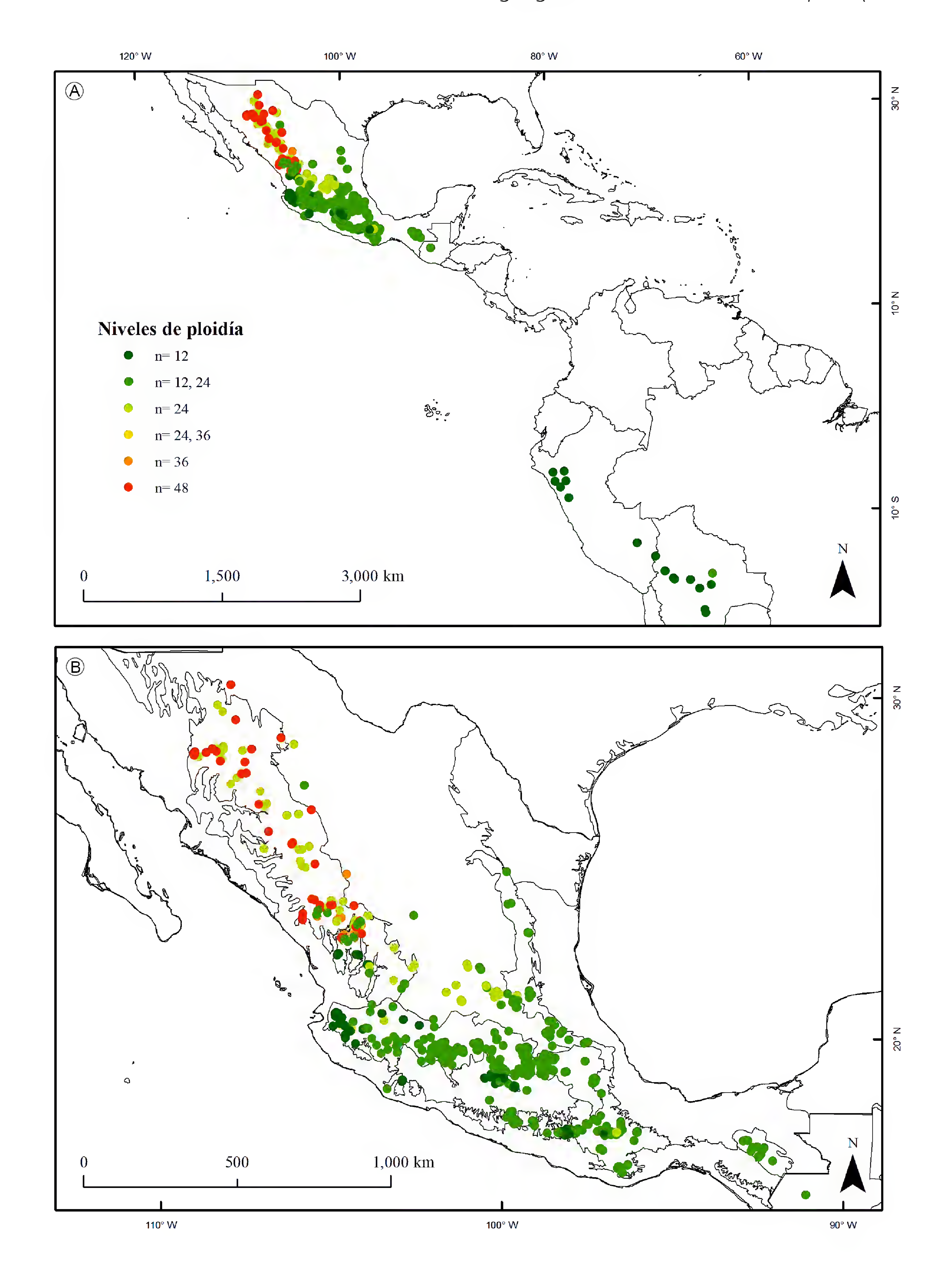
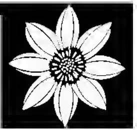


Figura 2: Distribución geográfica de niveles de ploidía para las especies de *Cosmos* Cav. sección *Discopoda* (DC.) Sherff.



Cosmos sección Cosmos | Cosmos sección Mesinenia | Cosmos sección Discopoda

Athroisma hastifolium
Blepharispermum zanguebaricum
Marshallia caespitosa
Baileya pauciradiata
Helianthus annuus
Helianthus arizonensis
Helianthus maximiliani
Henricksonia mexicana
Ericentrodea corazonensis
Ericentrodea decomposita
Dahlia sherffii
Dahlia brevis
Dahlia wixarika
Narvalina domingensis
Oparanthus teikiteetinii
Thelesperma longipes
Coreocarpus insularis
Coreocarpus dissectus
Coreocarpus sanpedroensis
Coreopcarpus sonoranus
Coreopsis pervelutina
Coreopsis pickeringii
Bidens herzogii
Bidens rostrata
Bidens ocellatus
Bidens cronquistii
Bidens hintonii
Coreocarpus congregatus
Cosmos caudatus
C. pacificus
C. sulphureus
C. bipinnatus
C. parviflorus
C. landii
C. landii var. *achalconensis*
C. intercedens
C. linearifolius
C. ochroleucoflorus
C. carvifolius
C. crithmifolius
C. mcvaughii
C. pringlei
C. concolor
C. palmeri
C. deficiens
C. sessilis
C. stellatus
C. jaliscensis
C. longipetiolatus
C. pseudoperfoliatus
C. juxtlahuacensis
C. purpureus
C. modestus
C. nitidus
C. mattfeldii
C. montanus
C. ramireziamus
C. scabiosoides
C. schaffneri
C. peucedanifolius
C. nelsonii
C. sherffii
C. diversifolius
C. atrosanguineus
C. diversifolius var. *pumilus*

Diploide
Tetraploide
Hexaploide
Octoploide
Diploide y tetraploide
Tetraploide y hexaploide

Figura 3: Reconstrucción del nivel de ploidía ancestral en *Cosmos* Cav. (Asteraceae, Coreopsideae). Los colores contenidos en los círculos de cada nodo representan proporciones de los valores de verosimilitud para cada nivel de ploidía (modificado de Castro-Castro, 2015).

Agradecimientos

Este estudio también fue posible gracias a la generosidad de los colectores botánicos que laboran en los herbarios CIIDIR, IBUG e IEB. Agradecemos al equipo de trabajo de In5ignia Buró Creativo por su ayuda en la edición de gráficos.

Literatura citada

Artyukova, E. V., M. M. Kozyrenko, A. B. Kholina y Y. N. Zhuravlev. 2011. High chloroplast haplotype diversity in the endemic legume *Oxytropis chankaensis* may result from independent polyploidization events. Genetica 139: 221-232. DOI: http://dx.doi.org/10.1007/s10709-010-9539-8

Bennett, M. D. 1998. Plant genome values: how much do we know? Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America 95: 2011-2016. DOI: http://dx.doi.org/10.1073/pnas.95.5.2011

Castañeda-Nava, J. J. 2012. Análisis citogenético y estomático para determinar los niveles de ploidía en camote de cerro *(Dioscorea* spp.*)*. Tesis de maestría. Universidad de Guadalajara. Guadalajara, México. 70 pp.

Castro-Castro, A. 2015. Filogenia y evolución del género *Cosmos* (Asteraceae: Coreopsideae). Tesis de doctorado. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad de Guadalajara. Guadalajara, México. 261 pp.

Castro-Castro, A., M. Harker, G. Vargas-Amado y A. Rodríguez. 2013. Two new species of *Cosmos* section *Discopoda* (Coreopsideae: Asteraceae) from Jalisco, Mexico. Phytotaxa 146: 35-49. DOI: http://dx.doi.org/10.11646/phytotaxa.146.2.1

Castro-Castro, A., M. Harker, G. Vargas-Amado y A. Rodríguez. 2014. Análisis macromorfológico y citogenético del género *Cosmos* (Asteraceae, Coreopsideae), con una clave para su identificación. Botanical Sciences 92: 363-388. DOI: http://dx.doi.org/10.17129/botsci.111

Crawford, D. J., M. Tadesse, M. E. Mort, R. T. Kimball y C. P. Randle. 2009. Coreopsideae. In: Funk, V. A., A. Susanna, T. F. Stuessy y R. J. Bayer (eds.). Systematics, Evolution and Biogeography of Compositae. International Association for Plant Taxonomy. Vienna, Austria. Pp. 713-730.

ESRI. 1992-2002. ArcView 3.3. Environmental Systems Research Institute, Inc., Redlands. California, USA.

Frederico, A. P., P. M. Ruas, M. A. Marin-Morales, C. F. Ruas y J. N. Nakajima. 1996. Chromosome studies in some *Stevia* Cav. (Compositae) species from Southern Brazil. Brazilian Journal of Genetics 19: 605-609. DOI: http://dx.doi.org/10.1590/S0100-84551996000400013

Grant, V. 1989. Especiación vegetal. Limusa. México, D.F., México. 511 pp.

INEGI. 2001. Conjunto de Datos Vectoriales Fisiográficos. Continuo Nacional. Escala 1:1,000,000. Serie I. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Aguascalientes, México.

Lawrence, W. J. C. 1929. The genetic and cytology of *Dahlia* species. Journal of Genetics 21: 125-159. DOI: http://dx.doi.org/10.1007/BF02984203

Levin, D. A. 2013. The timetable for allopolyploidy in flowering plants. Annals of Botany 112: 1201-1208. DOI: http://dx.doi.org/10.1093/aob/mct194

Maddison, W. P. y D. R. Maddison. 2011. Mesquite: a modular system for evolutionary analysis. Versión 2.75. http://mesquiteproject.org

Malallah, G. A., T. A. Attia y M. Masood. 2001. Aneuploidy in wild *Picris babylonica* (Asteraceae) in Kuwait. Cytologia 66: 241-246. DOI: http://dx.doi.org/10.1508/cytologia.66.241

Melchert, T. E. 1967. Systematic studies in the Coreopsidinae (Compositae): new *Cosmos* from Mexico. Sida 3: 170-176.

Melchert, T. E. 1968. Systematic studies in the Coreopsidinae: cytotaxonomy of Mexican and Guatemalan *Cosmos*. American Journal of Botany 55: 345-353. DOI: http://dx.doi.org/10.2307/2440421

Melchert, T. E. 1990. New species, names and combinations in Mexican *Bidens* (Asteraceae: Coreopsideae). Phytologia 68: 20-31.

Melchert, T. E. 1990a. New names and combinations in *Cosmos* (Asteraceae, Coreopsideae). Phytologia 69: 189-199. DOI: http://dx.doi.org/10.5962/bhl.part.17998

Melchert, T. E. 2010. Chromosome counts of *Bidens*, *Cosmos* and *Thelesperma* species (Asteraceae, Coreopsidinae). Phytologia 92: 312-333.

Müntzing, A. 1936. The evolutionary significance of autopolyploidy. Hereditas 21: 263-378. DOI: http://dx.doi.org/10.1111/j.1601-5223.1936.tb03204.x

Panero, J. L. y V. A. Funk. 2002. Toward a phylogenetic subfamilial classification for the Compositae (Asteraceae). Proceedings of the Biological Society of Washington 115: 909-922. DOI: http://dx.doi:10.1016/j.ympev.2008.02.011

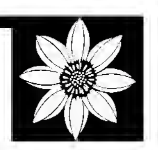
Peirson, J. A., C. W. Dick y A. A. Reznicek. 2013. Phylogeography and polyploid evolution of North American goldenrods (*Solidago* subsect. *Humiles*, Asteraceae). Journal of Biogeography 40: 1887-1898. DOI: http://dx.doi.org/10.1111/jbi.12136

Rebernig, C. A., H. Weiss-Schneeweiss, G. M. Schneeweiss, P. Schonswetter, R. Obermayer, J. L. Villaseñor y T. F. Stuessy. 2010. Quaternary range dynamics and polyploid evolution in an arid brushland plant species (*Melampodium cinereum*, Asteraceae). Molecular Phylogenetics and Evolution 54: 594-606. DOI: http://dx.doi: 10.1016/j.ympev.2009.10.010

Robinson, H., A. M. Powell, R. M. King y J. F. Weedin. 1981. Chromosome numbers in Compositae, XII: Heliantheae. Smithsonian Contributions to Botany 52: 1-28. DOI: http://dx.doi:10.5479/si.0081024X.52

Rozenblum, E., C. E. Waisman y J. H. Hunziker. 1985. Estudios cariológicos en Compositae II. Darwiniana 26: 15-25.

Ruas, C. F. y M. R. L. Aguiar-Perecin. 1997. Chromosome evolution in the genus *Mikania* (Compositae). American Journal of Botany 84: 1156-1163. DOI: http://dx.doi.org/10.1590/S1415-47572000000400042



Sánchez-González A. y L. M. González. 2007. Técnicas de recolecta de plantas y herborización. In: Contreras-Ramos, A., C. Cuevas-Cardona, I. Goyenechea y U. Iturbide (eds.). La Sistemática, Base del Conocimiento de la Biodiversidad. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Pachuca, México. Pp. 123-133.

Semple, J. C. y K. Watanabe. 2009. A review of chromosome numbers in Asteraceae with hypotheses on chromosomal base number evolution. In: Funk, V. A., A. Susanna, T. Stuessy y R. Bayer (eds.). Systematics, Evolution and Biogeography of the Compositae. International Association of Plant Taxonomy. Viena, Austria. Pp. 61-72.

Sherff, E. E. 1932. Revision of genus *Cosmos*. Publications of the Field Museum of Natural History, Botanical Series 8: 401-447. DOI: http://dx.doi.org/10.5962/bhl.title.2630

Smith, E. B. 1975. The chromosome numbers of North American *Coreopsis* with phyletic interpretations. Botanical Gazette 136: 78-86. DOI: http://dx.doi.org/10.1086/336785

Soltis, D. E., V. A. Albert, J. Leebens-Mack, C. Bell, A. H. Paterson, C. Zheng, D. Sankoff, C. W. DePamphilis, P. Kerr Wall y P. Soltis. 2009. Polyploidy and angiosperm diversification. American Journal of Botany 96: 336-348. http://dx.doi.org/10.3732/ajb.0800079

Stace, C. A. 2000. Cytology and cytogenetics as a fundamental taxonomic resource for the 20th and 21st centuries. Taxon 49: 451-477. DOI: http://dx.doi.org/10.2307/1224344

Stebbins, G. L. 1938. Cytological characteristics associated with the different growth habits in the dicotyledons. American Journal of Botany 25: 189-198. DOI: http://dx.doi.org/10.2307/2436589

Strother, J. L. y J. L. Panero. 2001. Chromosome studies: Mexican Compositae. American Journal of Botany 88: 499-502. DOI: http://dx.doi.org/10.2307/2657115

Thiers, B. 2016. Index Herbariorum: A global directory of public herbaria and associated staff. New York Botanical Garden's Virtual Herbarium. http://sweetgum.nybg.org/ih/

Tropicos 2015.Tropicos.org. Missouri Botanical Garden http://www.tropicos.org

Turner, B. L., J. H. Beaman y F. L. Rock. 1961. Chromosome numbers in the Compositae V. Mexican and Guatemalan species. Rhodora 63: 121-129.

Turner B. L., A. M. Powel y R. M. King. 1962. Chromosome number in the Compositae. VI. Additional Mexican and Guatemalan species. Rhodora 64: 251-271.

Vargas-Amado, G. 2013. Biogeografía del género *Cosmos* (Asteraceae, Coreopsideae). Tesis de doctorado. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad de Guadalajara. Guadalajara, México. 161 pp.

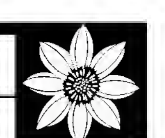
Vargas-Amado, G., A. Castro-Castro, M. Harker, J. L. Villaseñor, E. Ortíz y A. Rodríguez. 2013. Distribución geográfica y riqueza del género *Cosmos* (Asteraceae: Coreopsideae). Revista Mexicana de Biodiversidad 84: 536-555. DOI: http://dx.doi.org/10.7550/rmb.31481

Watanabe, K. 2013. Index to Chromosome Numbers in Asteraceae. <http://www.lib.kobe-u.ac.jp/infolib/meta_pub/G0000003asteraceae_e>

Wood, T. E., N. Takebayashi, M. S. Barker, I. Mayrose, P. B. Greenspoon y L. H. Rieseberg. 2009. The frequency of polyploid speciation in vascular plants. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America 106: 13875-13879. DOI: http://dx.doi.org/10.1073/pnas.0811575106

Wulff, A. F., J. H. Hunziker y A. Escobar. 1996. Estudios cariológicos en Compositae VII. Darwiniana 34: 213-231. DOI: http://dx.doi.org/10.14522/darwiniana.2014.341-4.414

Acta Botanica Mexicana 118: 53-63 Enero **2017**

Artículo de investigación 

Relaciones genéticas basadas en marcadores ISTR entre formas silvestres, cultivadas e intermedias de frijol de guía colectado en Jalisco, México

Genetic relationships based on ISTR markers among wild, domesticated and intermediate forms of climbing bean from Jalisco, Mexico

Osvaldo A. Castellanos-Hernández[1], Rogelio Lepiz-Ildefonso[2], Guillermo Eduardo Castellanos-Enríquez[2], Araceli Rodríguez-Sahagún[1] y Martha Isabel Torres-Morán[2,3]

1 Universidad de Guadalajara, Centro Universitario de la Ciénega, Avenida Universidad 1115, Colonia Lindavista, 47820 Ocotlán, Jalisco, México.
2 Universidad de Guadalajara, Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, km 15.5 carretera a Nogales, 45101 Zapopan, Jalisco, México.
3 Autor para la correspondencia: isabel.torres@academicos.udg.mx

Citar como:
Castellanos-Hernández, O. A., R. Lepiz-Ildefonso, G. E. Castellanos-Enríquez, A. Rodríguez-Sahagún y M. I. Torres-Morán. 2017. Relaciones genéticas basadas en marcadores ISTR entre formas silvestres, cultivadas e intermedias de frijol de guía colectado en Jalisco, México. Acta Botanica Mexicana 118: 53-63. DOI: http://dx.doi.org/10.21829/abm118.2017.1200

Recibido: 24 de julio de 2015.
Revisado: 8 de julio de 2016.
Aceptado: 19 de septiembre de 2016.

DOI:
http://dx.doi.org/10.21829/abm118.2017.1200

Resumen:

Antecedentes y Objetivos: En el frijol de guía (*Phaseolus vulgaris*) se distinguen tres formas principales: cultivada, intermedia y silvestre. El concepto de forma se utiliza como categoría jerárquica dentro de una especie de acuerdo a la divergencia morfológica y genética, distribución ecogeográfica, posibilidades de hibridación y fertilidad de los híbridos y sus derivados. El objetivo fue detectar las relaciones genéticas entre poblaciones silvestres, intermedias y cultivadas provenientes de una región en el occidente de México.

Métodos: Se realizó un análisis en 30 poblaciones de frijol común de guía con datos moleculares obtenidos con el marcador ISTR (Inverse Sequence Tagged Repeat), basado en secuencias de retrotransposones copia-like. Se calculó la similitud por coeficiente de Jaccard entre cada planta analizada. Se determinó la estructura genética usando el modelo Bayesiano probabilístico.

Resultados clave: Se encontró un alto grado de diferenciación genética (F_{ST}) entre las formas cultivadas y las silvestres. Se infirió el número de grupos asociados a la hibridación entre los materiales, basados en el coeficiente de similitud. El análisis de estructura genética detectó nueve grupos dentro del material estudiado. El marcador ISTR se presenta como un marcador efectivo para diferenciar material cultivado del silvestre y establecer grados de similitud entre las accesiones.

Conclusiones: Se detectaron asociaciones entre las variedades cultivadas y accesiones intermedias, así como una clara separación de las cultivadas de las silvestres. Esta información genera datos valiosos para la caracterización de la variabilidad genética de este recurso, así como la obtención de datos importantes para el diseño de planes de conservación y mejoramiento.

Palabras clave: conservación, frijol de guía, mejoramiento, retrotransposones, variabilidad genética.

Abstract:

Background and Aims: In the climbing beans (*Phaseolus vulgaris*) three main forms are distinguished: cultivated, semi-wild and wild. The concept of form is used as a hierarchical category within a species according to morphological and genetic divergence, ecogeographic distribution, possibilities of hybridization and fertility of hybrids and derivatives. The objective was to investigate the genetic relationships between wild, semi-wild and cultivated bean populations from a region in western Mexico.

Methods: An analysis of 30 common bean accessions with the molecular marker ISTR (Inverse Sequence Tagged Repeat) was realized, based on sequences of retrotransposons copia-like. The similarity among individual plants was calculated with Jaccard's coefficient. Genetic structure was determined using a probabilistic Bayesian model.

Key results: A high level of genetic differentiation (F_{ST}) was determined between cultivated and wild beans. The number of groups associated with hybridization was inferred, based on the similarity coefficient method. Analysis of genetic structure detected nine groups within the material studied. The ISTR marker is presented as an effective marker to distinguish between cultivated and wild material and establish the degree of similarity between accessions.

Conclusions: Cultivated beans were associated with semi-wild accessions and clearly separated from wild ones. This information generates valuable data for the characterization of the genetic variability of this resource, as well as for assessing germplasm conditions for conservation and breeding programs.

Key words: breeding, climbing bean, conservation, genetic variability, retrotransposons.

Introducción

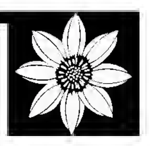
El conocimiento de las características genéticas de un recurso vegetal representa un importante prerrequisito para su conservación y uso. El frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) es un cultivo que en la actualidad ha cobrado mucha importancia en países alejados de su lugar de origen y distribución como Etiopía, Slovenia y Uganda (Gebeyehu et al., 2006; Mwale et al., 2009; Worku, 2013). En México siempre ha formado parte de la alimentación básica. En Jalisco se realizaba tradicionalmente la siembra de frijol de guía en asociación con maíz, sobre todo en algunas zonas de cultivo de temporal. Esto ha sido modificado por la necesidad de incrementar los rendimientos y por el desarrollo de tecnología propia para este cultivo ahora manejado en espaldera (Gebeyehu et al., 2006; Lépiz et al., 2015).

Las poblaciones utilizadas en el presente estudio difieren principalmente en el grado de manejo al que fueron o están siendo sujetas por el hombre, lo cual es notable también en los caracteres morfológicos. En el frijol de guía se distinguen tres formas principales: cultivada, intermedia y silvestre. El concepto de forma se utiliza como categoría jerárquica dentro de una especie de acuerdo a la divergencia morfológica y genética, distribución ecogeográfica, posibilidades de hibridación, y fertilidad de los híbridos y sus derivados (Lépiz, 2014). Las formas se distinguen de manera general con base en una sola característica morfológica, es decir, su hábito trepador, sus rangos geográficos son simpátricos, la divergencia genética está bajo control genético simple, la hibridación es común y los híbridos son completamente fértiles, además de la notable diferencia en el tamaño y forma de las semillas (Lépiz et al., 2010; Poczai et al., 2013; Lépiz, 2014). La variabilidad genética del frijol se encuentra expuesta a diversas presiones que fomentan la uniformidad de las variedades comerciales y reducen la variación genética de las distintas formas de la especie (cultivada, intermedia y silvestre). Bitocchi et al. (2012) reportaron la diversidad de frijol existente hasta el presente siglo y confirmaron el origen mesoamericano de esta especie así como la diversidad mayor en las líneas originarias de esta región contra la presente en los frijoles andinos. Esos estudios estuvieron basados en la comparación de frijoles silvestres de cada origen (Mesoamericano y Andino) contra los cultivados encontrados en ambas regiones y ubicaron al Occidente de México entre los sitios con mayor diversidad en esta especie.

Algunas poblaciones de frijol silvestre han desaparecido por completo y en otras se ha reducido significativamente el número de individuos con la consecuente deriva genética (Rosales-Serna, 2009; Lépiz, 2014). Además, en México la forma domesticada de esta leguminosa se enfrenta a modificaciones importantes ante una sociedad cambiante en hábitos alimenticios. Al respecto, es importante mencionar que los estudios de caracterización que incluyen líneas o colectas de especies silvestres tienen la ventaja de proporcionar información de genes que no están incluidos en el germoplasma cultivado y que pueden ser usados como fuente de mejoramiento genético (Burle et al., 2010; Bitocchi et al., 2012; Hernández-López et al., 2013; Govindaraj et al., 2015).

La importancia de este estudio radica en la posibilidad de caracterizar y diferenciar, a través del uso de herramientas moleculares, las diferentes formas de frijol común de guía (silvestres, intermedias y cultivadas) pertenecientes al complejo genético mesoamericano (Blair et al., 2009). Se trata de colectas realizadas en una zona que fue muy importante para el cultivo de frijol asociado con maíz y donde se encontraban frijoles silvestres que posteriormente produjeron las líneas intermedias. Esta asociación maíz-frijol actualmente no se utiliza y el cultivo de frijol de guía tiende a ser manejado en espalderas. Este trabajo tiene la finalidad de definir sus diferencias y similitudes genéticas generando información valiosa para la caracterización de la variabilidad de este recurso fitogenético, así como en la obtención de datos importantes para el diseño de planes de conservación y mejoramiento.

Para ello, se utilizó el marcador molecular ISTR (Inverse Sequence Tagged Repeat) que está basado en secuencias de retrotransposones *copia-like*, un mecanismo de transposición similar a la familia de virus Metaviridae, cuya presencia se ha reportado para esta especie en



un número de 40 secuencias (Galindo et al., 2004; Xiao et al., 2004). Los retrotransposones contienen secuencias muy conservadas LTR (Long Terminal Repeat) que contienen genes que codifican para proteínas estructurales y enzimas, que se utilizan para la síntesis de los iniciadores de marcadores moleculares como los ISTR (Pearce et al., 1996; Kalendar et al., 2011; Dongying et al., 2016). Los marcadores de este tipo han sido utilizados en muchos estudios de variabilidad y diversidad genética ya que se ha probado que las mutaciones inducidas por este tipo de transposición son usualmente muy estables en contraposición con los transposones, y el polimorfismo que detectan ha permitido estudios de etiquetado de genes y diversos análisis funcionales (Aga y Bryngelsson, 2006; Zou et al., 2009; Jing et al., 2010).

Materiales y Métodos

Material vegetal

El material vegetal para este estudio consistió en semillas de 30 colectas de frijol de guía de las cuales cinco corresponden a formas cultivadas o domesticadas, cinco silvestres y 20 intermedias (Cuadro 1). Todas fueron colectadas en el estado de Jalisco con la excepción de una que proviene de Nayarit (Fig. 1). La variación de tamaño y color de las semillas se muestra en la figura 2. Las colectas permanecen conservadas como accesiones del Banco de Germoplasma del Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias de la Universidad de Guadalajara (CUCBA). Se entiende como accesión un volumen de semilla asignado, con número secuencial y de identificación de colecta, al banco de germoplasma y a una base de datos nacional o internacional (Aubry et al., 2005).

Las semillas de cada población fueron sembradas en invernadero en el CUCBA y cultivadas hasta su floración. De cada población se tomó al azar tejido foliar de 10 individuos obteniendo un total de 300 individuos para el estudio.

Análisis molecular

Se obtuvo el ADN de los individuos de cada colecta usando el método reportado por Saghai-Maroof et al. (1984), se cuantificó y evaluó por espectrofotometría y por electroforesis en geles de agarosa a 1% (Sambrook y Russell,

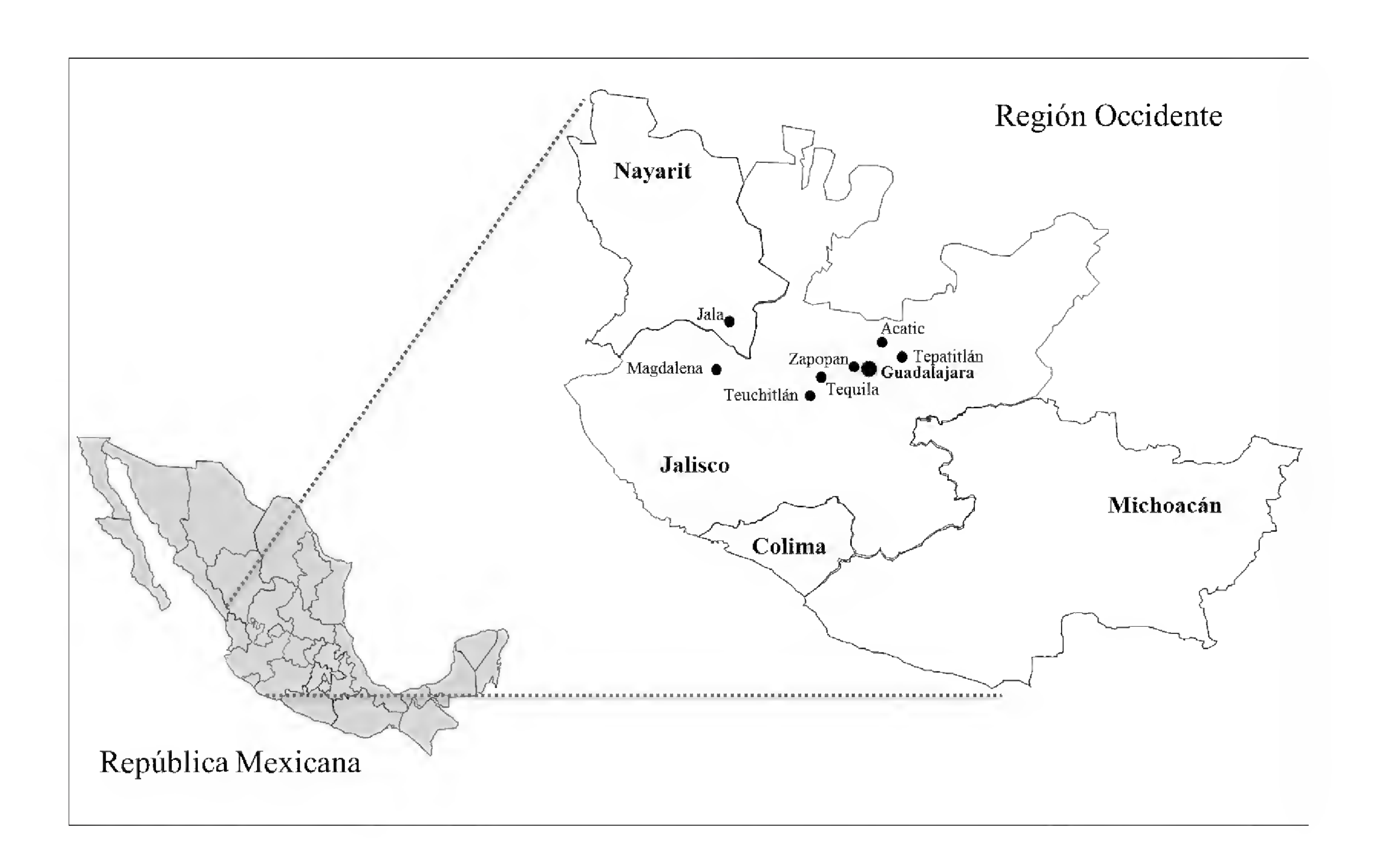


Figura 1: Ubicación de los sitios de colecta para las accesiones de frijol silvestre e intermedio.

Cuadro 1: Características de las poblaciones utilizadas en el presente trabajo. C=cultivada, I=intermedia y S=silvestre. *Municipio de Etzatlán, Jal.

Accesión	Forma	Número de identificación	Sitio de colecta	Latitud (N)	Longitud (O)	Altitud (m s.n.m.)	Color de semilla	Peso de 100 semillas (g)
G. ZARCO TP	C	I	Tepatitlán, Jal.	20°55'	102°47'	2,067	Amarillo crema	32.2
M. DE AGUA	C	II	Tepatitlán, Jal.	20°55'	102°47'	2,067	Morado	39.2
BURRO	C	III	Zapopan, Jal.	20°44'	103°30'	1,578	Ojo de cabra	56.0
PEREGRINO	C	IV	Tepatitlán, Jal.	20°55'	102°47'	2,067	Rosa jaspeado	28.0
G. ZARCO SS	C	V	Tequila, Jal.	20°54'	103°43'	1,189	Amarillo crema	44.4
ROL-133-1	I	VI	Tequila, Jal.	20°54'	103°49'	1,122	Crema jaspeado	13.2
ROL-168-1-2	I	VII	Zapopan, Jal.	20°44'	103°30'	1,578	Ojo de cabra	10.8
ROL-172-3-1	I	VIII	Jala, Nay.	21°06'	104°27'	1,165	Crema jaspeado	15.8
ROL-227-1-2	I	IX	San Pedro*, Jal.	20°49'	104°04'	1,472	Bayo bola	14.8
ROL-227-2-1	I	X	San Pedro*, Jal.	20°49'	104°04'	1,472	Rosa	22.2
ROL-227-2-2	I	XI	San Pedro*, Jal.	20°49'	104°04'	1,472	Negro	13.6
ROL-227-3-1	I	XII	San Pedro*, Jal.	20°49'	104°04'	1,472	Café oscuro	21.0
ROL-312-1-1	I	XIII	San Pedro*, Jal.	20°49'	104°04'	1,472	Café verde	16.8
ROL-323	I	XIV	Acatic, Jal.	20°49'	102°59'	1,633	Negro	16.0
ROL-323-1	I	XV	Acatic, Jal.	20°49'	102°59'	1,633	Bayo bola	25.4
ROL-323-3	I	XVI	Acatic, Jal.	20°49'	102°59'	1,633	Rosa oscuro	17.2
ROL-328-1-1-2	I	XVII	Acatic, Jal.	20°49'	102°59'	1,348	Café jaspeado	18.0
ROL-328-1-2	I	XVIII	Acatic, Jal.	20°49'	102°59'	1,348	Rosita crema	25.6
ROL-328-1-5	I	XIX	Acatic, Jal.	20°49'	102°59'	1,348	Bayo estriado	20.2
ROL-328-2-1-1	I	XX	Acatic, Jal.	20°49'	102°59'	1,348	Amarillo jaspeado	21.8
ROL-328-2-1-2	I	XXI	Acatic, Jal.	20°49'	102°59'	1,348	Bayo jaspeado	18.6
ROL-328-3-1	I	XXII	Acatic, Jal.	20°49'	102°59'	1,348	Negro brillante	11.9
ROL-330-1	I	XXIII	Acatic, Jal.	20°49'	102°59'	1,600	Bayo estriado	20.6
ROL-362-2-1	I	XXIV	Zapopan, Jal.	20°45'	103°31'	1,544	Bayo claro bola	17.0
ROL-362-2-2	I	XXV	Zapopan, Jal.	20°45'	103°31'	1,544	Amarillo jaspeado	15.4`
ROL 228	S	XXVI	San Pedro*, Jal.	20°49'	104°04'	1,472	Gris jaspeado	9.8
ROL 241	S	XXVII	Jala, Nay.	21°06'	104°27'	1,161	Gris jaspeado	12.8
ROL 262	S	XXVIII	Magdalena, Jal.	20°51'	103°59'	1,474	Gris jaspeado	8.8
ROL 322	S	XXIX	Acatic, Jal.	20°49'	102°58'	1,633	Gris jaspeado	12.0
ROL 452	S	XXX	Teuchitlán, Jal.	20°41'	103°51'	1,273	Gris jaspeado	11.8

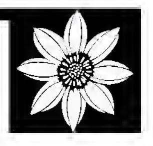




Figura 2: Semillas de frijol utilizadas en el presente estudio. I-V. cultivadas; VI-XXV. intermedias; XVI-XXX. silvestres. Barra=0.5 cm.

2001). Para la amplificación se utilizó el protocolo reportado por Torres-Morán et al. (2008) para ISTR, en un volumen final de 20 µL utilizando 25 ng de ADN, amortiguador PCR 1 X (pH 7.2 Tris-HCl), 3 mM de $MgCl_2$, 0.3 µM de cada iniciador, 0.25 mM de dNTPs y Taq polimerasa 1U. Las condiciones de amplificación fueron las siguientes: un primer ciclo de desnaturalización de 95 °C por 3 min, seguido de 40 ciclos de desnaturalización a 95 °C por 3 s; alienación a 45 °C por 1 min y extensión a 72 °C por 2 min, con una extensión final de 10 min a 72 °C y una temperatura de almacenamiento a 4 °C. Se emplearon dos combinaciones de iniciadores F91/B31 y F10/B11, en donde F indica iniciador Forward (hacia adelante) y B Backward (hacia atrás). Las secuencias de cada uno de los iniciadores se indican en el cuadro 2.

Análisis de los datos

A partir de matrices binarias de presencia ausencia, se calculó el coeficiente de similitud de Jaccard de acuerdo a lo reportado por Lowe et al. (2004). Posteriormente se realizó un procedimiento Bootstrap o remuestreo con 10,000 iteraciones y análisis de agrupamiento por el método UPGMA (Unweighted Pair Group with Arithmetic Average), utilizando el programa estadístico NTSYS v. 2.11 (Rohlf, 2002). Finalmente, se analizó la estructura genética de las poblaciones por medio del programa STRUCTURE (Pritchard et al., 2000), basado en el modelo Bayesiano de probabilidad condicional, para lo cual se usaron 5000 iteraciones por 5000 repeticiones. Los resultados se presentan en forma gráfica.

Cuadro 2: Secuencias de los iniciadores utilizados en el presente trabajo, tomadas de Aga y Bryngelsson (2006).

INICIADOR	SECUENCIA 5’ – 3’
F91	ATA TGG ACT TAA GCA AGC CA
B31	ATT CCC ATC TGC ACC AAT
F10	TAA GCA AGC ATC TCG GAG
B11	ATC AGG AAG GTC TGT AAA GC

Resultados

Se produjeron un total de 660 bandas (loci); el porcentaje de polimorfismo detectado fue diferente para cada combinación de iniciadores. Los valores se reportan en el cuadro 3.

El análisis de agrupamiento mostró una separación de las poblaciones en ocho grupos, lo cual corresponde a una clara división entre las formas silvestres y cultivadas, ubicando poblaciones intermedias asociadas a las formas anteriores que cuentan con secuencias que coinciden o bien con las cultivadas o con las silvestres. Tal es el caso

Cuadro 3: Número de bandas polimórficas y porcentaje de polimorfismo detectado con dos combinaciones de iniciadores de ISTR en las poblaciones de *Phaseolus vulgaris* L.

Iniciadores	Total de bandas producidas	Número de bandas polimórficas	Porcentaje de polimorfismo
F91/F31	480	427	88.95
F10/B11	180	153	85.00
TOTAL	660	580	87.87

de las poblaciones VI, VII, VIII, IX, X y XI que fueron agrupadas con las cultivadas y las XXII y XXV que fueron ubicadas con las silvestres. Las XII, XIII, XIV, XV, XVI, XVII, XVIII, XIX, XX, XXI, XXII y XXIII se agruparon de manera independiente, todas correspondientes al grupo de frijoles con forma intermedia.

El coeficiente de Jaccard mostró un grado de similitud máximo de 0.66 en el cual se ubicaron las XVI y XVII, por lo que se puede concluir que son las dos poblaciones más parecidas genéticamente con base en secuencias detectadas por ISTR. El grado de similitud más bajo con base en el coeficiente de Jaccard fue de 0.17, en donde se ubican las II y XXX, siendo éstas las menos parecidas genéticamente, ya que corresponden a una población de frijol cultivado y una silvestre (Fig. 3).

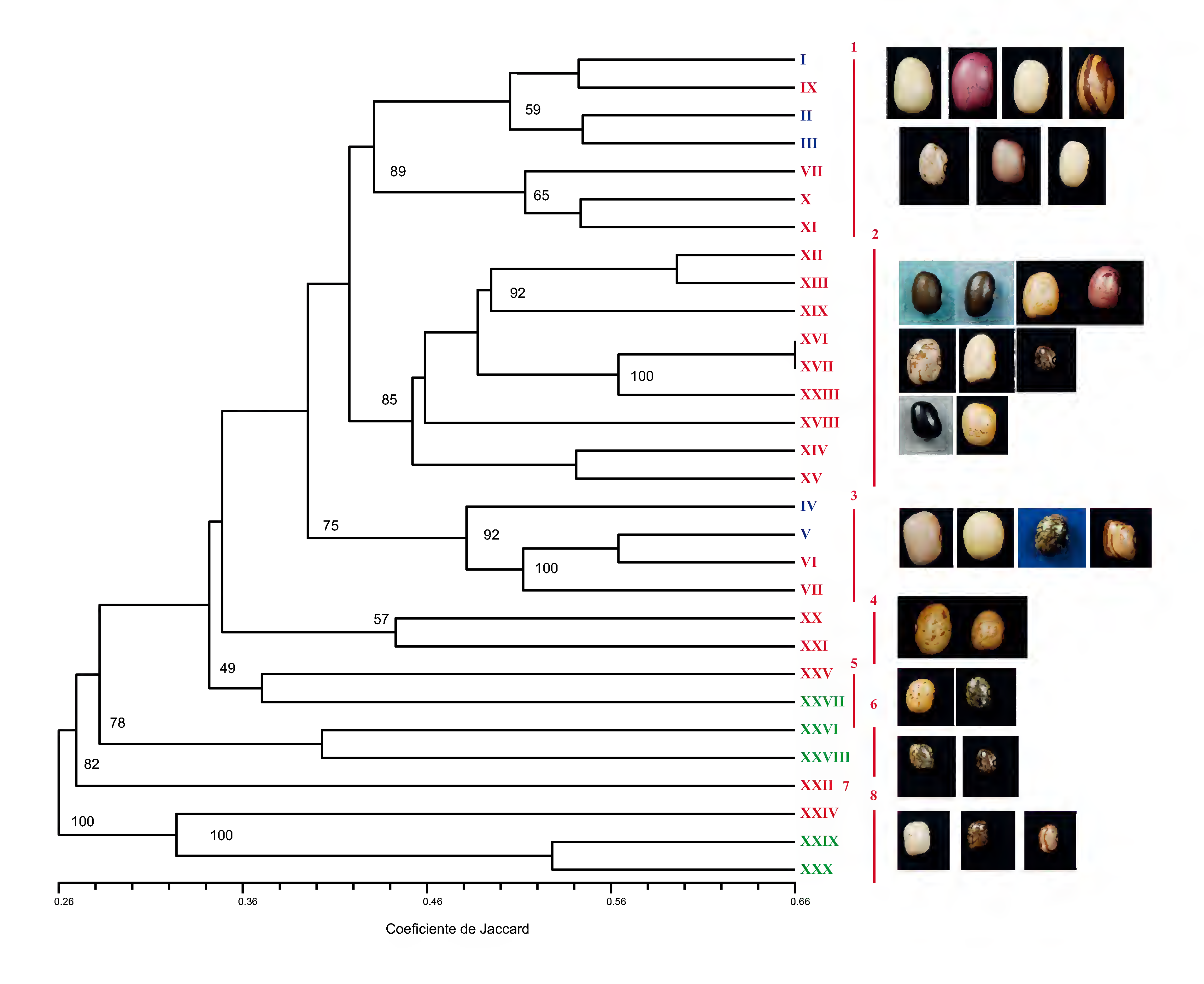
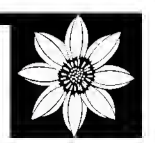


Figura 3: Dendrograma obtenido con remuestreo (Bootstrap) y análisis de agrupamiento a partir de las matrices generadas con ISTR. Se muestra la asociación en ocho grupos de las accesiones analizadas y los valores de confiabilidad del remuestreo. Poblaciones marcadas con azul = cultivadas, rojo = intermedias, verde = silvestres.



Los valores del remuestreo (Bootstrap) para el dendrograma obtenido abarcaron de 49% a 100% y se produjeron 8 grupos (Fig. 3). El valor máximo de similitud se encontró entre las accesiones XVI y XVII a un nivel de 0.66 del coeficiente de Jaccard, estas accesiones son provenientes de Acatic, Jalisco. Las accesiones provenientes de esta localidad fueron agrupadas principalmente en el grupo 2.

Utilizando el programa STRUCTURE se obtuvo la diferenciación dentro de las poblaciones, donde se confirma la estructura genética del material conformada en nueve grupos diferentes, (*K=9*), lo que difiere muy poco con lo encontrado por similitud y agrupamiento (UPGMA) en el que se encontraron ocho grupos. Los valores de diferenciación genética calculados con este programa se reportan en el cuadro 4. Los valores de diferenciación genética van de 0 a 1 donde 0 = no diferenciación, <0.05=diferenciación pequeña, 0.05< y <0.15=diferenciación moderada, 0.15< y <0.25=diferenciación grande, >0.25=diferenciación muy grande, 1=fijación de alelos alternativos en diferentes poblaciones o subpoblaciones. Los valores indican que el mayor grado de diferenciación corresponde al grupo 1 (0.7278) y al 6 (0.6436), lo cual corresponde al grupo de material cultivado y a los intermedios respectivamente.

Cuadro 4: Valores de diferenciación genética (F_{ST}) obtenidos para los nueve grupos sugeridos por el programa STRUCTURE.

Grupo	F_{ST} (diferenciación genética)
1	0.7278
2	0.3754
3	0.3596
4	0.6883
5	0.4371
6	0.6436
7	0.2364
8	0.6076
9	0.4537

En la figura 4 se muestra el resultado de cada simulación para diferente número de grupos (*K=2* hasta *K=10*). Se presentan los grupos en diferente color, lo cual hace posible apreciar cómo algunos individuos de la forma intermedia comparten secuencias similares con silvestres y con cultivadas. Lo cual corresponde también al resultado obtenido por similitud. La correspondencia de colores en los individuos de las colectas de frijol intermedio que son similares a los silvestres o a los domesticados se complementa con la referencia de probabilidad de pertenencia de cada individuo a cada grupo simulado.

Discusión

Con base en los valores del remuestreo, se puede considerar que el dendrograma obtenido es confiable y las asociaciones que se muestran se deben a la similitud genética entre las accesiones asociadas en cada grupo. La relación que se presenta en el dendrograma se asocia con el fenotipo, forma, tamaño y color de la semilla. Las plantas dentro del grupo intermedio producen po-

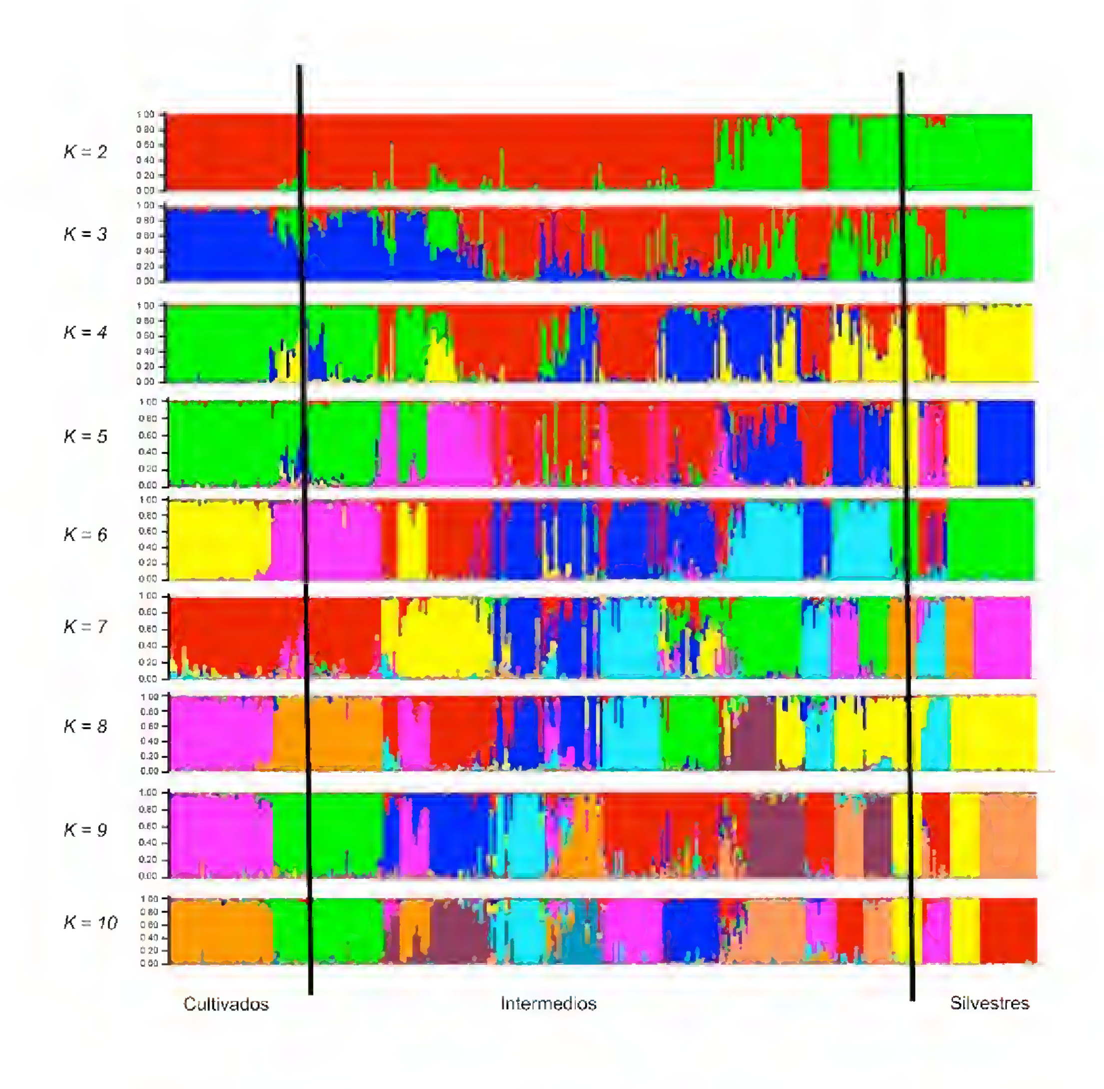


Figura 4: Análisis de estructura genética de las poblaciones, donde se muestran nueve simulaciones (*K=2* a *K=10*) hechas con el programa STRUCTURE. Cada simulación contiene su referencia de probabilidad de pertenencia a cada grupo simulado.

cas semillas por vaina pero más grandes que la forma silvestre (Graham y Ranalli, 1997; Zizumbo-Villareal et al., 2005). La variación en el color de la semilla es muy alta, lo cual ha sido reportado también por Blair et al. (2009). Este grupo con forma intermedia se ha encontrado en sitios donde crecen las poblaciones silvestres, pero cercanos a parcelas donde se cultiva o se cultivó frijol asociado con maíz. Las accesiones provenientes de la localidad de Acatic, Jalisco, se ubicaron en el grupo con mayor similitud genética con niveles de 0.35 hasta 0.66 del coeficiente de Jaccard; sin embargo, se muestra una gran variabilidad en el fenotipo de semillas (Fig. 3).

Las poblaciones silvestres no han sido sometidas a ningún manejo por parte del hombre y se colectaron en hábitats libres de perturbación humana, presentan semillas pequeñas y la variación en el color de la semilla es uniforme (Lépiz et al., 2010). Estos grupos se separaron más claramente en los análisis realizados.

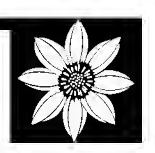
El porcentaje de bandas polimórficas que se obtuvieron con el marcador ISTR indica que puede ser un marcador confiable para su utilización como método para diferenciar genéticamente a las poblaciones con diferente forma de frijol común. Los frijoles intermedios forman un grupo molecularmente cercano tanto a poblaciones silvestres como cultivadas; sin embargo, algunas poblaciones se agruparon aparte, sugiriendo que forman un grupo distinto y que deben considerarse de importancia para su estudio y conservación, así como materia prima para la hibridación en busca de mejoramiento genético. Esta información puede marcar una nueva dirección en el estudio de las diferencias entre accesiones, cultivares o líneas de frijol, así como la diferenciación entre formas (Poczai et al., 2013).

La manera en que se formaron los grupos en el dendrograma demostró que este marcador detecta las variaciones en el genoma de las plantas estudiadas. Dichas variaciones son representadas por elementos transponibles y presumiblemente reflejan hibridación entre las formas cultivadas y silvestres como origen de las formas intermedias.

Los altos valores de diferenciación genética (F_{ST}) obtenidos a partir del análisis con el programa STRUCTURE sugieren una gran diferenciación en términos de frecuencias alélicas, particularmente en las formas cultivadas e intermedias. Estos resultados sugieren probablemente mayor calidad homocigota en estas accesiones, bajo nivel de flujo genético y diferencias atribuibles a su origen geográfico (Rousset, 1997; Poczai et al., 2013).

La estructura obtenida mediante el análisis Bayesiano con STRUCTURE se considera robusta si se obtuvo de múltiples corridas independientes en el programa, como mencionan Jing et al. (2010), quienes trabajaron con especies de chícharo (*Pisum* L. spp.) como modelo, usando marcadores basados en retrotransposones. La agrupación de las formas intermedias con las cultivadas o las silvestres podría sugerir el origen de dichas formas como resultado de la hibridación natural entre poblaciones cultivadas y silvestres. Esto concuerda con los resultados obtenidos por Papa y Gepts (2003) a partir de AFLPs en poblaciones domesticadas, silvestres e intermedias de frijol común provenientes del complejo mesoamericano, en donde la ausencia de frijoles domesticados en la agrupación de los silvestres indica asimetría en el flujo genético entre estas dos formas, mientras que señalan el origen de los frijoles intermedios como resultado de hibridación entre los domesticados y silvestres.

Al analizar líneas de frijol similares provenientes del occidente de México con parámetros morfoagronómicos, comparando poblaciones de frijol cultivadas, silvestres e intermedias de frijol, Lépiz et al. (2010) encontraron a las poblaciones intermedias más cercanas a las silvestres, lo cual concuerda con los resultados obtenidos en el presente estudio. La conservación de las poblaciones bajo estudio es importante para disponer de la variabilidad genética existente. Se observó un mayor número de bandas obtenidas con el marcador ISTR en las poblaciones cultivadas e intermedias en comparación a las silvestres, lo que pudiera sugerir el efecto a través del tiempo en la generación de variación genética por el manejo del hombre sobre *Phaseolus vulgaris*. Sin embargo, esto también se puede deber a las regiones que detecta el marcador



molecular utilizado, ya que está basado en secuencias de retrotransposones que son elementos móviles en el genoma del organismo en cuestión.

Contribuciones de autores

MT y RL concibieron y diseñaron el estudio. MT y OC realizaron los análisis. GC y AR contribuyeron a la adquisición de los datos moleculares, trabajo de laboratorio y interpretación de los resultados. MT, OC y AR escribieron el manuscrito con la ayuda de RL. Todos los autores contribuyeron a la discusión, revisión y aprobación del manuscrito final.

Financiamiento

Este estudio fue apoyado a través del proyecto BEI-FRI-09 auspiciado con fondos federales del Sistema Nacional de Recursos Fitogenéticos de la Secretaría de Agricultura Ganadería Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación.

Literatura citada

Aga, E. y T. Bryngelsson. 2006. Inverse sequence-tagged repeat (ISTR) analysis of genetic variability in forest coffee (*Coffea arabica* L.) from Ethiopia. Genetic Resources and Crop Evolution 53: 721-728. DOI: http://dx.doi.org/10.1007/s10722-004-5729-5

Aubry, C., R. School y V. Erickson. 2005. Grass cultivars: their origins, development and use on national forest and grasslands in the Pacific Northwest. USDA Forest Service. 44 pp. www.nativeseednetwork.org/article_view?id=13.

Blair, M. W., L. M. Díaz, H. F. Buendía y M. C. Duque. 2009. Genetic diversity, seed associations and population structure of core collection of common beans (*Phaseolus vulgaris* L.). Theoretical and Applied Genetics 119(6): 955-972. DOI: http://dx.doi.org/10.1007/s00122-009-1064-8

Bitocchi, E., L. Nanni, E. Bellucci, M. Rossi, A. Giardini, P. Spagnoletti-Zeuli, G. Logozzo, J. Stougaard, P. McClean, G. Attene y R. Papa. 2012. Mesoamerican origin of the common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) is revealed by sequence data. Proceeding of the National Academic of Sciences 109(14): E788-E796. DOI: http://dx.doi.org/10.1073/pnas.1108973109

Burle, M. L., J. R. Fonseca, J. A. Kami y P. Gepts. 2010. Microsatellite diversity and genetic structure among common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) landraces in Brazil, a secondary center of diversity. Theoretical and Applied Genetics 121: 801–813. DOI: http://dx.doi.org/10.1007/s00122-010-1350-5

Dongying, G., Y. Li, K. D. Kim, B. Abernathy y S. A. Jackson. 2016. Landscape and evolutionary dynamics of terminal repeat retrotransposons in miniature in plant genomes. Genome Biology 17(7): 1-17. DOI: http://dx.doi.org/10.1186/s13059-015-0867-y

Galindo, L. M., E. Gaitán-Solís, P. Baccam y J. Tohme. 2004. Isolation and characterization of RNase LTR sequences of Ty1-copia retrotransposons in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). Genome 47: 84-95. DOI: http://dx.doi.org/10.1139/g03-102

Govindaraj, M., M. Vetriventhan y M. Srinivasan. 2015. Importance of Genetic Diversity Assessment in Crop Plants and Its Recent Advances: An Overview of Its Analytical Perspectives. Genetics Research International 431487: 1-14. DOI: http://dx.doi.org/10.1155/2015/431487

Gebeyehu, S., B. Simane y R. Kirkby. 2006. Genotype X cropping system interaction on climbing beans (*Phaseolus vulgaris* L.) grown as sole crop and in association with maize (*Zea mays* L.). European Journal of Agronomy 24(4): 396-403. DOI: http://dx.doi.org/10.1016/j.eja.2006.01.005

Graham, P. H. y P. Ranalli. 1997. Common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). Field Crops Research 53: 131-146. DOI: http://dx.doi.org/10.1016/S0378-4290(97)00112-3

Hernández-López, V. M., Ma. L. P. Vargas-Vázquez, J. S. Muruaga-Martínez, S. Hernández-Delgado y N. Mayek-Pérez. 2013. Origen, domesticación y diversificación del frijol común. Avances y perspectivas. Revista Fitotecnia Mexicana 36 (2): 95-104.

Jing, R., A. Vershinin, J. Grzebyta, P. Shaw, P. Smýkal, D. Marshall, M. J. Ambrose, T. H. Ellis y A. J. Flavell. 2010. The genetic diversity and evolution of field pea (*Pisum*) studied by high throughput retrotransposon based in-

sertion polymorphism (RBIP) marker analysis. BMC Evolutionary Biology (10)44: 1-20. DOI: http://dx.doi.org/10.1186/1471-2148-10-44

Kalendar, R., A. J. Flavell, T. H. N. Ellis, T. Sjakste, C. Moisy y A. H. Schulman. 2011. Analysis of plant diversity with retrotransposon-based molecular markers. Heredity 106: 520-530. DOI: http://dx.doi.org/10.1038/hdy.2010.93

Lépiz, R., J. López, J. Sánchez, F. Santacruz-Ruvalcaba, R. Nuño y E. Rodríguez. 2010. Características morfológicas de formas cultivadas, silvestres e intermedias de frijol común de hábito trepador. Fitotecnia Mexicana 33(1): 21-28.

Lépiz, R. 2014. Variabilidad genética y mejoramiento del cultivo de frijol. In: Solís-Gadea, H. y K. Planter-Pérez (coord.). Jalisco en el Mundo Contemporáneo Tomo IV: Ciencias Agropecuarias y Medio Ambiente. Universidad de Guadalajara-Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología. Guadalajara, México. Pp. 105-115.

Lépiz, R., S. Sánchez, E. López, J. J. López, I. E. Chavarín y K. Meza. 2015. El cultivo de frijol en Jalisco: tecnología para altos rendimientos. Universidad de Guadalajara. Guadalajara, México. 54 pp.

Lowe, A., S. Harris y P. Ashton. 2004. Ecological genetics: design analysis and application. Blackwell Publishing. Oxford, UK. e-Book: http://samples.sainsburysebooks.co.uk/9781444311211_sample_388310.pdf

Mwale, V. M., J. M. Bokosi, C. M. Masangano, M. B. Kwapata, V. H. Kabambe y C. Miles. 2009. Performance of climber common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) lines under researcher designed farmer managed (RDFM) system in three bean agro-ecological zones of Malawi. African Journal of Biotechnology 8 (11): 2460-2468.

Papa, R. y P. Gepts. 2003. Asymmetry of gene flow and differential geographical structure of molecular diversity in wild and domesticated common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) from Mesoamerica. Theoretical and Applied Genetics 106: 239-250. DOI: http://dx.doi.org/10.1007/s00122-002-1085-z

Pearce, S. R., G. Harrison, D. Li, J. S. Heslop-Harrison, A. Kumar y A. J. Flavell. 1996. The Ty1-copia group retrotransposons in *Vicia* species: copy number, sequence heterogeneity and chromosomal localization. Molecular and General Genetics 250: 305-315.

Poczai, P., I. Varga, M. Laos, A. Cseh, N. Bell, J. Valkonen y J. Hyvönen. 2013. Advances in plant gene-targeted and functional markers: a review. Plant Methods 9(6): 2-31. DOI: http://dx.doi.org/10.1186/1746-4811-9-6

Pritchard, J. K., M. Stehens y P. Donnelly. 2000. Inference of population structure using multilocus genotype data. Genetics 155: 945-959.

Rousset, F. 1997. Genetic differentiation and estimation of gene flow from F-statistics under isolation by distance. Genetics 145(4): 1219-1228.

Rohlf, F. J. 2002. NTSYSpc: Numeral taxonomy and multivariate analysis system. Ver. 2.1. Exeter Software. Setauket, USA. 42 pp.

Rosales-Serna, R. 2009. Diversidad genética del frijol. Biodiversitas 89: 7-11.

Saghai-Maroof, M., K. Soliman, A. Jorgensen y R. Allard. 1984. Ribosomal DNA spacer length polymorphisms in barley: mendelian inheritance, chromosomal location and population dynamics. Proceedings of the Natural Academy of Sciences 81(24): 8014-8018.

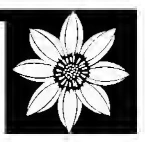
Sambrook, J. y D. W. Russell. 2001. Molecular cloning: A laboratory manual. Vol. 3, 3th ed. Cold Spring Harbor Laboratory Press. Nueva York, USA. 999 pp.

Torres-Morán, M. I., N. Almaraz-Abarca, A. P. Velasco-Ramírez, V. Hernández-Vargas, G. Orea-Lara, A. Cifuentes-Díaz y C. Oliver-Salvador. 2008. Taxonomic significance of ISTR to discriminate species in Agavaceae. American Journal of Agricultural and Biological Sciences 3(4): 661-665. DOI: http://dx.doi.org/10.3844/ajabssp.208.661.665

Worku, W. 2013. Sequential intercropping of common bean and mung bean with maize in southern Ethiopia. Experimental Agriculture 50(1): 90-108. DOI: http://dx.doi.org/10.1017/S0014479713000434

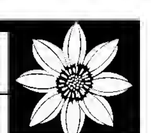
Xiao, W., W. Sakamoto y Sodmergen. 2004. Isolation and Characterization of Ty1/Copia-like reverse transcriptase sequences from mung bean. Acta Botanica Sinica 46(5): 582-587.

Zizumbo-Villareal, D., P. Colunga, E. Payró, P. Delgado-Valerio y P. Gepts. 2005. Population structure and evolutions dynamics of wild - weedy domesticated complexes of



common bean in a Mesoamerican region. Crop Science 45: 1073-1083. DOI: http://dx.doi.org/10.2135/cropsci2004.0340

Zou, J., H. Gong, T. Yang y J. Meng. 2009. Retrotransposons - a Major Driving Force in Plant Genome Evolution and a Useful Tool for Genome Analysis. Journal of Crop Science and Biotechnology 12(1): 1-8. DOI: http://dx.doi.org/10.1007/s12892-009-0070-3



El elemento endémico de la flora vascular del Desierto Chihuahuense

The endemic element of the Chihuahuan Desert vascular flora

José A. Villarreal-Quintanilla[1,4], Jenry A. Bartolomé-Hernández[1], Eduardo Estrada-Castillón[3], Homero Ramírez-Rodríguez[2] y Silvia J. Martínez-Amador[1]

1 Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Departamento de Botánica, Calzada Antonio Narro 1923, Buenavista, 25315 Saltillo, Coahuila, México.
2 Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Departamento de Horticultura, Calzada Antonio Narro 1923, Buenavista, 25315 Saltillo, Coahuila, México.
3 Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Forestales, Apdo. postal 41, 67700 Linares, Nuevo León, México.
4 Autor para la correspondencia: javillarreal00@hotmail.com

Citar como:
Villarreal-Quintanilla, J. A., J. A. Bartolomé-Hernández, E. Estrada-Castillón, H. Ramírez-Rodríguez y S. J. Martínez-Amador. 2017. El elemento endémico de la flora vascular del Desierto Chihuahuense. Acta Botanica Mexicana 118: 65-96. DOI: http://dx.doi.org/10.21829/abm118.2017.1201

Recibido: 9 de junio de 2015.
Revisado: 10 de febrero de 2016.
Aceptado: 22 de septiembre de 2016.

DOI:
http://dx.doi.org/10.21829/abm118.2017.1201

Resumen:

Antecedentes y Objetivos: El endemismo es un fenómeno común de los organismos en las regiones áridas. En el presente trabajo se revisó la distribución de las plantas endémicas del Desierto Chihuahuense (DCH), cuya superficie abarca parte de los estados de Arizona, Chihuahua, Coahuila, Durango, Nuevo León, Nuevo México, San Luis Potosí, Tamaulipas, Texas y Zacatecas.

Métodos: A través de la recopilación de información se elaboró una base de datos de especies con distribución restringida al DCH. Se consideraron los siguientes tipos de endemismo: 1) endémicos estrictos: aquellos elementos con localización conocida solo para el área de estudio, 2) cuasi-endémicos: aquellos presentes principalmente en el DCH y algunas poblaciones en localidades vecinas, 3) micro-endémicos: los que tienen una distribución restringida a una sola localidad y 4) endémicos a la región, pero de ecosistemas no áridos.

Resultados clave: Se identificaron 826 taxa (incluye especies, taxa infraespecíficos adicionales e híbridos) que representan 24.87% de la flora total, 560 elementos de distribución endémica, 165 cuasi-endémicos, 176 micro-endémicos y 116 de ecosistemas no áridos. Las familias con mayor cantidad de endemismos son Cactaceae (141 especies), Asteraceae (106), Boraginaceae (34) y Brassicaceae (31) que en conjunto representan 46.2% del total. Los géneros con mayor número de taxa son *Coryphantha* (24), *Echinocereus* (14), *Mammillaria* (15) y *Turbinicarpus* (15), así como nueve géneros exclusivos al DCH. Las formas biológicas dominantes son las hierbas perennes y arbustivas, presentándose frecuentemente en el matorral xerófilo. La distribución endémica es de forma heterogénea, con una densidad de 0.128 especies/km^2. Coahuila concentra la mayor proporción de elementos (31.15%).

Conclusiones: Se sugiere continuar con la protección de Cuatro Ciénegas, Brewster, las Sierras La Madera y El Carmen y proponer como áreas de conservación a las Sierras de Parras, La Paila y Jimulco, y Concepción del Oro y Presidio, por presentar una alta concentración de endemismos.

Palabras clave: conservación, desiertos, fitogeografía, zonas áridas.

Abstract:

Background and Aims: Endemism is a common phenomenon in arid regions. In this study we reviewed the distribution of endemic plants in the Chihuahuan Desert (DCH), which includes portions of the states of Arizona, Chihuahua, Coahuila, Durango, Nuevo Leon, Nuevo Mexico, San Luis Potosi, Tamaulipas, Texas and Zacatecas.

Methods: A database was set up summarizing the information on the restricted species from the DCH. The following types of endemism were considered: 1) endemics which are known from the study region only, 2) quasi-endemics with distribution mainly in the DCH and some populations in the neighboring areas, 3) micro-endemics which are restricted to one location, and 4) endemics of non-arid habitats in the area.

Key results: A total of 826 taxa (including species, additional infraspecific taxa and hybrids) were determined to be endemics or quasi-endemics, representing 24.87% of the total flora. Of this, 560 are endemics, 165 quasi-endemics, 176 micro-endemics and 116 are from non arid habitats. The families with the most endemics are Cactaceae (141 species), Asteraceae (106), Boraginaceae (34) and Brassicaceae (31), that represent 46.2% of the total. The genera with the highest taxa numbers are *Coryphantha* (24), *Echinocereus* (14), *Mammillaria* (15), *Turbinicarpus* (15). Nine genera are exclusive to the DCH. The dominant biological forms are perennial herbs and shrubs, frequently distributed in the xeric shrubland. The endemic distribution is heterogeneous, with a density index of 0.128 species/km^2. Coahuila has the largest number of elements (31.15%).

Conclusions: It is suggested to continue the protection of Cuatro Ciénegas, and portions of Brewster, as well as the Sierras La Madera and El Carmen. Sierras de Parras, La Paila and Jimulco, and Concepción del Oro and Presidio, are proposed as conservation areas, as they concentrate a large number of endemic species.

Keys words: arids zones, conservation, deserts, phytogeography.

Introducción

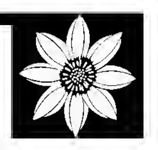
El nombre de Desierto Chihuahuense (DCH) se remonta a 1843, cuando R. B. Hinde habló vagamente de una "Región Chihuahuense"; sin embargo, a partir de 1940, se empezó a denominar el Desierto Chihuahuense como una región ecológica (Morafka, 1977). Es considerado el desierto más grande de Norte América (Cloudsley, 1977) y el segundo con mayor diversidad a nivel mundial. Comenzó a formarse hace unos cinco millones de años en el Plioceno y ocupa un área aproximada de 505,000 km^2. Se origina en el altiplano de México entre la Sierra Madre Occidental y la Sierra Madre Oriental, continúa hacia el norte hasta el sur de Arizona, Nuevo México y Texas, e incluye parte de los estados mexicanos de Chihuahua, Coahuila, Durango, Nuevo León, San Luis Potosí, Tamaulipas y Zacatecas. Su extensión en México ocupa alrededor de un sexto de la superficie territorial mexicana (Henrickson y Johnston, 2007). Es un desierto zonal por encontrarse ligado a la presencia de altas presiones tropicales, así como por ubicarse en una vasta región alejada de las masas de aire marítimo. Abarca una de las regiones áridas biológicamente más ricas de la tierra; su riqueza florística y endémica engrandece la diversidad biológica de nuestro país (Balleza y Villaseñor, 2011).

Esta región se encuentra a una altitud entre los 1000 y 3050 m, y la mayor parte de su superficie se encuentra formada por suelos calcáreos derivados de camas de piedra caliza. El régimen climático incluye inviernos fríos y secos, con frecuentes temperaturas bajo cero y nevadas ocasionales, así como veranos calurosos. El rango de la temperatura anual es de 5.5-35 °C y precipitaciones anuales oscilan entre 175 y 400 mm (Henrickson y Johnston, 2007). No tiene una delimitación definida, las Sierras Madres Occidental y Oriental se consideran los límites oeste y este, pero los límites precisos de la frontera en el norte y sur están sujetos a debate. Existen diversas propuestas para su definición, como la de Morafka (1977), basada en la distribución de anfibios y reptiles; las de Henrickson y Straw (1976) y Shreve (1942) que toman como base la vegetación; las de Henrickson y Johnston (2007), Hernández et al. (2004), Johnston (1974) y Muldavin (2002), quienes consideran la composición florística; CONABIO (1999) la fundamenta en las características topográficas, Schmidt (1979) en la edafología, datos climáticos y topográficos, y Medellín (1982) en el índice de aridez.

Es una de las regiones ecológicas biológicamente más ricas del mundo, aunque su biodiversidad no es lo único por reconocer, ya que su alta riqueza endémica también es sobresaliente. El alto grado de endemismo es el resultado de los efectos de aislamiento, de la fisiografía, de los cambios dinámicos en el clima durante los últimos 10,000 años y de la colonización de hábitats por elementos especialistas. Aquí se albergan numerosos taxa que se encuentran en alguna categoría de riesgo, desde especies en protección especial hasta en peligro de extinción (SEMARNAT, 2010). Se han enumerado 3382 especies de plantas, entre las que se incluyen un gran número de elementos restringidos (Henrickson y Johnston, 2007). Además, alberga el más rico ensamblaje de cactáceas en el mundo (Hernández et al., 2004).

La palabra endemismo procede del vocablo "endemia" o "enfermedad endémica", que es propia de un territorio determinado donde se mantiene permanentemente (Sainz y Moreno, 2002). De Candolle (1820) utilizó este término por primera vez en sentido botánico, para referirse a las familias que crecían en un solo país. México se caracteriza por poseer una gran cantidad de plantas endémicas; esto representa cerca de 40 % de las 23,000 especies descritas para el país (CONABIO, 1998). La importancia de los elementos de distribución restringida resulta de gran interés desde el punto de vista florístico ya que indican condiciones especiales de suelo, clima, regiones de aislamiento ecológico y especialmente son útiles para la determinación de áreas de protección ambiental (Villaseñor, 1991). Los endemismos, en particular a nivel de especie, sobre todo son frecuentes en regiones templadas y subhúmedas, zonas áridas y semiáridas (Rzedowski, 1991a). El aislamiento y las condiciones bioclimáticas del DCH han resultado en un refugio ideal para estos elementos (Moore, 2014).

Los taxa endémicos constituyen una indudable atracción; sin embargo, son pocos los trabajos sobre en-



demismo para regiones o grupos taxonómicos específicos (Espejo, 2012). El descubrimiento de nuevas especies, el cambio de categoría taxonómica y los patrones de distribución, incluyendo la información carente para algunas regiones, hacen que el estudio de los inventarios de la riqueza biológica de México y su nivel de endemismo sea una tarea aún incompleta (Villaseñor, 1991; SEMARNAT, 2005). El generar un acervo de información con aspectos biológicos, ecológicos y geográficos para un grupo biológico, o lugar, es uno de los grandes desafíos que hoy se enfrenta y además es prioritario, ya que parte del éxito en la conservación biológica depende en gran medida del conocimiento de las especies o sistemas que se desean proteger. Esta investigación presenta un análisis de la flora endémica del DCH con el propósito de identificar las áreas con mayor concentración de elementos endémicos y proponer lugares prioritarios para la conservación de la riqueza florística de esta región.

Materiales y Métodos

Para este trabajo se consideraron como especies endémicas aquellas cuya área de distribución es exclusiva o casi-exclusiva al DCH. En la delimitación del área se siguió el criterio florístico propuesto por Johnston (1974) y como base para la revisión de la flora el estudio de Henrickson y Johnston (2007). Para complementar el listado se realizó una revisión bibliográfica lo más completa posible (monografías, estudios taxonómicos, trabajos florísticos, etc.), relativos a la flora del Desierto Chihuahuense o floras de los estados y/o regiones que lo conforman, enfocada a los taxa de distribución restringida. Además, se realizó una revisión de ejemplares de interés en el herbario ANSM. Se capturó información taxonómica, forma biológica, tipo de vegetación y distribución por especie (Apéndice). La nomenclatura y clasificación de los taxa se cotejó con las bases de datos del International Plant Names Index (IPNI, 2016), The Plant List (The Plant List, 2013), y Tropicos (2016). Para la autoría y aceptación de nombres se siguió la base de datos de Tropicos; únicamente para las Asparagaceae endémicas se siguió a González et al. (2011).

Toda la información se resumió en una base de datos la cual incluyó información taxonómica (división, familia, género y especie), tipo de endemismo (endémico o cuasi-endémico), forma biológica, tipo de vegetación, entidades federativas, localidades y especies micro-endémicas, así como de regiones no áridas.

Para conocer la distribución general de las especies en el DCH, el área se dividió en cuatro partes, siguiendo los trazos de la parte media horizontal y vertical. Se contabilizó la presencia de los taxa en cada uno de los cuatro cuadrantes para comparar la proporcionalidad de cada uno de ellos. Se estimó el índice de densidad (Delgadillo et al., 2003) para el área del DCH y otras regiones con endemismos.

Resultados y Discusión

La riqueza de plantas endémicas del Desierto Chihuahuense consta de 67 familias, 263 géneros, 671 especies y 155 taxa infraespecíficos (73 subespecies, 79 variedades y 3 híbridos adicionales), que hacen un total de 826 taxa (Apéndice; Cuadro 1). Están repartidos en 560 con distribución conocida solo para el área (endémicos estrictos) y 165 que se presentan principalmente en el DCH y algunas poblaciones en localidades cercanas, que en este caso son denominados cuasi-endémicos. El DCH es una región ecológica principalmente árida con algunas zonas montañosas con tipos de vegetación asociados a climas templados y mayores precipitaciones. Existen 116 elementos asociados a estas comunidades y son aquí considerados como endemismos de ecosistemas no áridos.

El elemento endémico representa 24.87% de las aproximadamente 3382 especies de plantas vasculares descritas para esta región. De acuerdo con Rzedowski (1978, 1991a), en las zonas áridas y semiáridas de México se han descrito cerca de 6000 especies de plantas vasculares, de las cuales alrededor de 60% son restringidas, por lo tanto, en el DCH se encontraría 14% del total de la flora árida endémica. La cifra expuesta de endemismos en esta investigación es diferente a la propuesta de Rzedowski (1978), al indicar que el DCH contiene alrededor de 1000 especies y 16 géneros endémicos. Esta diferencia podría

Cuadro 1: Participación cuantitativa de los grandes grupos de elementos vasculares endémicos al Desierto Chihuahuense.

Grupo taxonómico	Familias	Géneros	Especies	Taxa infraespecíficos	Híbridos
Pteridophyta	2	3	8	1	1
Pinophyta	2	2	2	1	
Magnoliophyta					
Magnolides	1	1	3		
Monocotiledóneas	7	27	56	7	
Eudicotiledóneas	55	230	602	143	2
Total	67	263	671	152	3

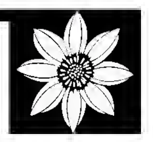
deberse al concepto empleado de DCH por Rzedowski (1978), cuyo criterio de delimitación se basa principalmente en características morfotectónicas, haciéndolo de mayor extensión al considerado en este trabajo. Las causas de endemismo en el DCH son frecuentemente dadas por el hábitat, como es el caso de las especies halófilas y gipsófilas; por aislamiento como sucede con plantas que crecen sólo en las sierras de El Carmen, Jimulco, La Madera, Paila, Pico de Teyra y otras; por diversificación de taxa con muchas subpoblaciones en proceso de diferenciación, como en *Echinocereus* Engelm., *Opuntia* Desv., *Perityle* Benth., *Thelocactus* (K. Schum.) Britton & Rose y *Turbinicarpus* (Backeb.) Buxb. & Backeb., entre otras.

Las familias con mayor número de especies de distribución restringida se muestran en el Cuadro 2. Cactaceae y Asteraceae concentran aproximadamente 36% del total de los elementos endémicos. Este resultado es similar al reportado para el Valle de Tehuacán-Cuicatlán (Méndez et al., 2004) y en el Desierto de San Felipe (Delgadillo y Macías, 2002), donde también son dominantes para la flora endémica. Cactaceae es la familia con mayor número de especies de distribución restringida, aunque la cifra en esta investigación es diferente a lo obtenido por Hernández et al. (2004), quienes reportan 229 especies limitadas a la región. La diferencia pudiera deberse a la extensión que consideran para el DCH la cual abarca parte del estado de Guanajuato y la zona árida Queretano-Hidalguense, haciéndolo de mayor extensión a los limites aquí contemplados.

Cuadro 2: Familias con mayor número de elementos endémicos y cuasi-endémicos del Desierto Chihuahuense. *Familias de Monocotiledóneas

Familia	Especies	Familia	Especies
Cactaceae	141	Euphorbiaceae	21
Asteraceae	106	Acanthaceae	19
Boraginaceae	34	*Asparagaceae	20
Brassicaceae	31	Caryophyllaceae	16
Fabaceae	28	Polygonaceae	14
*Poaceae	25	Solanaceae	14
Lamiaceae	25	Fagaceae	10

Se identificaron 263 géneros, de los cuales nueve tienen distribución restringida: *Cumarinia* Buxb., *Emorya* Torr., *Gouldochloa* Valdés-Reyna, Morden & S.L. Hatch, *Henricksonia* B.L. Turner, *Marshalljohnstonia* Henrickson, *Petrogenia* I.M. Johnst., *Plateilema* (A. Gray) Cockerell, *Psathyrotopsis* Rydb. y *Strotheria* B.L. Turner. Los géneros con mayor número de elementos endémicos pertenecen al grupo de las eudicotiledóneas e integran 89.7% del total (Cuadro 3). Tomando los datos de Hunt (1992), el DCH contiene 31.43% del total de cactáceas endémicas a México, además concentra 70.58% del total de endémicas del género *Coryphantha* (Engelm.) Lem. y 51.72% de *Echinocereus* para México. Considerando estas cifras,



más los reportes de Hernández y Godínez (1994) y Hernández et al. (2007), así como lo señalado por Carmona et al. (2008), el DCH se convierte en la región con mayor número de cactáceas endémicas a nivel nacional.

Cuadro 3: Géneros con mayor número de taxa endémicos al Desierto Chihuahuense.

Género	Taxa	Género	Taxa
Coryphantha (Engelm.) Lem.	24	*Perityle* Benth.	14
Echinocereus Engelm.	16	*Nama* L.	12
Mammillaria Torr. & A. Gray	15	*Escobaria* Britton & Rose	10
Turbinicarpus (Backeb.) Buxb. & Backeb.	15	*Quercus* L.	10
Eriogonum Michx.	14	*Salvia* L.	10
Euphorbia L.	14	*Thelocactus* (K. Schum.) Britton & Rose	10

Cuadro 4: Agrupación de los elementos endémicos por tipo de vegetación en el Desierto Chihuahuense.

Tipo de vegetación	Registros
Bosque de coníferas	10
Bosque de encino	24
Bosque de juníperos	2
Bosque de oyamel	2
Bosque de pino	7
Bosque de pino piñonero	22
Bosque de pino-encino	62
Matorral halófilo y gipsófilo	134
Matorral submontano	141
Matorral xerófilo	334
Pastizal	44
Vegetación riparia	15
Vegetación subacuática	1

El matorral xerófilo es el tipo de vegetación con el mayor número de especies restringidas, seguidos en importancia por el matorral submontano (Cuadro 4). Las familias de angiospermas con mayor número de endemismos tienden a distribuirse en más de cinco tipos de vegetación. Boraginaceae, Brassicaceae, Cactaceae, Polygonaceae y Poaceae tienen presencia hasta en ocho tipos de vegetación y Asteraceae en 11 de las 14 unidades florísticas, mientras que los elementos de Chenopodiaceae y Scrophulariaceae son estrictamente de matorral halófilo y gipsófilo. Villarreal y Encina (2005) encuentran también la mayor concentración de endemismos para Coahuila en los matorrales xerófilo y submontano.

Se identificaron ocho formas de vida. La mayor participación la tienen las hierbas perennes (45.37%), seguida por los arbustos suculentos (21.06%) y arbustos (19.89%), mientras que el 13.67% restante se encuentra repartido entre hierbas anuales, subarbustos, arborescentes, parásitas y saprófitas (Cuadro 5). Estos datos reflejan lo citado por Rzedowski (1991b), al considerar que las formas biológicas más ricas en endemismos a nivel nacional son las plantas herbáceas y arbustos.

Cuadro 5: Cuantificación y proporción de endemismos para el Desierto Chihuahuense, en base a la forma biológica.

Forma biológica	Número de taxa	Proporción de taxa
Árbol	8	1.17
Arbusto	135	19.89
Arbusto suculento	143	21.06
Hierba anual	60	8.83
Hierba perenne	308	45.37
Parásita	1	0.14
Saprófita	2	0.29
Subarbusto	22	3.24

En la distribución por cuadrantes se encontró que la mayor proporción de taxa endémicos se localiza en el IV (36.64%), seguidos del II (28.24%), el III (19.84%) y en menor proporción el I (15.26%) (Figura 1). Los cuadrantes inferiores presentan mayores registros de elementos endémicos en una proporción de 56.48 a 43.5% en

los superiores. La mayor concentración se presenta en los cuadrantes con orientación Este, en una proporción de 64.88% y los del Oeste con 35.12%. Esto demuestra que la distribución de elemento endémico no es uniforme sobre la superficie del DCH, lo cual está en concordancia con Hernández et al. (2007) y Johnston (1974), que afirman que la flora endémica se distribuye de manera heterogénea, generando núcleos de alta diversidad.

Se obtuvieron 1467 presencias repartidas en los 10 estados que conforman el DCH. Coahuila, con 457 registros (32.83%), presenta la mayor riqueza de endemismos, seguido por Texas con 218 (15.66%), Chihuahua en tercer lugar con 179 (12.85%), mientras que Arizona con solo 16 (1.14%) presenta el número más bajo (Cuadro 6). La riqueza endémica de los estados no está determinada por la proporción territorial con la que participan en el DCH. Por ejemplo, la porción de Texas en el DCH es menor a la de Chihuahua; sin embargo, concentra mayor cantidad de endemismos. Un caso contrario pasa con Nuevo México, cuya porción en el DCH es mayor a la de Durango, Nuevo León, San Luis Potosí o Zacatecas, y tiene un número menor de endémicas. Nuevo León, con una superficie menor en el DCH en comparación con Durango, San Luis Potosí o Zacatecas, presenta un número más alto de endemismos.

Micro-endémica es aquella especie cuya área de distribución geográfica se restringe a una sola localidad. Este grupo representa en el DCH 28.27% de la flora endémica y está formado por 176 taxa, repartidos en 141 especies, 33 taxa infraespecíficos y dos híbridos. Las micro-endémicas se distribuyen en ocho de los diez estados que forman el DCH. Coahuila con 98 registros ocupa el primer lugar, seguido por Texas con 22 y finalmente Tamaulipas con tres especies en el último lugar (Cuadro 7). Por lo mencionado anteriormente, el número de micro-endemismos no es proporcional a la riqueza de endémicas por estado.

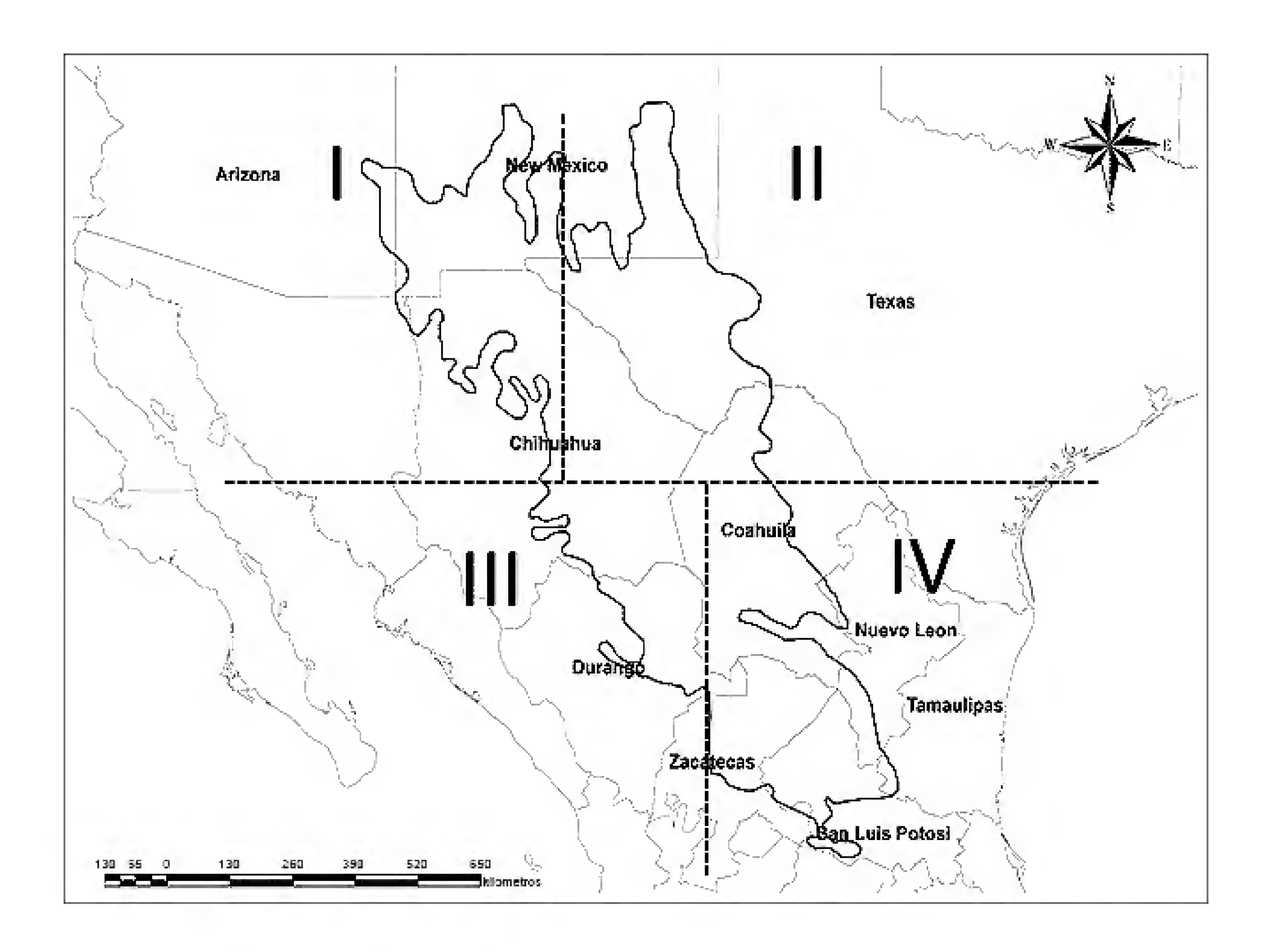
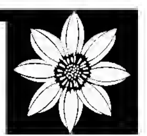


Figura 1: Ubicación de la región del Desierto Chihuahuense (de acuerdo con Johnston, 1974), y división en cuadrantes.



Cuadro 6: Distribución por estados, su superficie y la presencia de endemismos en el Desierto Chihuahuense. *De acuerdo con Balleza y Villaseñor (2011).

Estados	Superficie en el DCH (km^2)*	Presencias
Arizona	14,353	16
Chihuahua	103,686	179
Coahuila	110,973	457
Durango	27,820	104
Nuevo León	15,355	142
Nuevo México	83,993	54
San Luis Potosí	33,892	103
Tamaulipas	3291	28
Texas	81,676	218
Zacatecas	29,961	91

Cuadro 7: Distribución de micro-endémicos por estado en el Desierto Chihuahuense.

Estado	Número de elementos micro-endémicos	Proporción de elementos micro-endémicos
Coahuila	98	55.03
Texas	22	11.64
San Luis Potosí	19	8.99
Chihuahua	14	8.46
Nuevo León	13	4.76
Durango	10	5.82
Zacatecas	7	3.17
Tamaulipas	3	2.12

De las zonas áridas y semiáridas de México, el DCH se ubica en la primera posición en concentración de especies endémicas, por encima del Desierto de Baja California (DBC) con 99 y del Desierto Sonorense (DS) con 137 elementos de diferencia. El DCH ocupa esta posición por su extensión, aunque el DBC es de menor superficie y alberga más endemismos que el DS. El DCH no posee tantos elementos endémicos por km^2 como el Valle de Tehuacán-Cuicatlán, que es una región con alta concentración de endemismos en una superficie pequeña (Cuadro 8).

Cuadro 8: Densidad y número de especies endémicas registradas para el Desierto Chihuahuense y algunas áreas fisiográficas y políticas. [1]De acuerdo con Wiggins (1964), [2]Wiggins (1980), [3]Raven & Axelrod (1978), [4]Levin & Moran (1989), [5]De la Luz et al. (1995), [6]Méndez et al. (2004), [7] y [9]Major (1988), [8]Rzedowski (1991a).

Área	Superficie (km^2)	Especies endémicas	Densidad
Desierto Chihuahuense	505,000	671	0.134
Desierto Sonorense[1]	310,000	512	0.165
Desierto de Baja California[2]	144,000	550	0.381
Isla de Guadalupe[3]	249	31	12.449
Isla Revillagigedo[4]	142	43	30.281
El Vizcaíno[5]	25,467.9	37	0.145
Valle de Tehuacán-Cuicatlán[6]	8364.3	207	2.470
Dakota del Sur[7]	200,000	5	0.002
Hawai[8]	17,000	1610	9.470
Utah[9]	220,000	117	0.053

Se contaron un total de 1467 registros distribuidos en 298 localidades, de las cuales 41 se consideran como sitios de gran diversidad endémica (Cuadro 9). En Coahuila las localidades con mayor concentración son: Cuatro Ciénegas (86 taxa), Sierras de Parras (69), La Paila (62), La Madera (51), El Carmen (42), Jimulco (37), Mojada (26), Viesca (27), Santa Rosa (23), Sierras del Pino (23), Las Delicias (21), Ocampo (14) y Sierra La Gavia (16). Texas, con casi la mitad de las localidades y presencias de Coahuila, muestra un arreglo muy localizado en su distribución más de 70% se concentra en la región de Trans-Pecos. Esta proporción se obtiene a partir de las presencias en las localidades que conforman esta región, como por ejemplo: Brewster (71), Culberson (14), El Paso (15), Hudspeth (10), Jeff Davis (8) y Presidio (37).

Cuadro 9: Cuantificación de registros y localidades con endemismos por estados en el Desierto Chihuahuense.

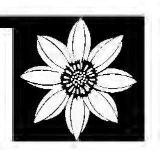
Estado	Número de registros	Número de localidades
Arizona	16	5
Chihuahua	179	55
Coahuila	457	77
Durango	104	17
Nuevo León	142	32
Nuevo México	54	19
San Luis Potosí	103	26
Tamaulipas	28	4
Texas	218	38
Zacatecas	91	20
Áreas limítrofes	75	5

Los registros endémicos en Chihuahua se distribuyen de una forma más dispersa, alrededor de un tercio de las presencias se encuentran en tres localidades: Sierras Almagre (8), Santa Eulalia (9) y del Diablo (33). Para Nuevo León y San Luis Potosí cerca de 50% de sus registros presentan una distribución concentrada en tres localidades: Galeana (54), Mina (18) y San Roberto (21) en Nuevo León, y El Huizache (4), Matehuala (29) y Sierra Catorce (13) en San Luis Potosí. Cincuenta y siete por ciento de los elementos endémicos en Durango presentan una distribución localizada a dos áreas: Sierra El Rosario (33) y Valle del Río Nazas (14). Cincuenta y un por ciento de los registros endémicos para Zacatecas se localizan en dos localidades: Concepción del Oro (41) y Mazapil (7). En Nuevo México se presenta un patrón similar, 48% de sus endémicas se alberga en tres localidades: Otero (12), Doña Ana (9) y Eddy (11). En Tamaulipas la proporción de sus exiguos registros se concentran en Miquihuana (12) y Tula (9). Arizona no cuenta con áreas de alta riqueza endémica, no porque sus registros presenten una distribución muy dispersa, sino porque para el estado únicamente se tienen identificados 12 endemismos. Sin embargo, el Condado de Cochise presenta seis. Existen otras áreas que albergan una cantidad significativa de taxa endémicos, las cuales comparten territorios con dos o más áreas fisiográficas o políticas: Bolsón de Mapimí (45), Río Grande (17) y Sierra Hechiceros (22). En el Desierto Chihuahuense existen 24 áreas más significativas en elementos endémicos, en las cuales se concentran 900 registros, lo que equivale a 61.4% del total en el área (Cuadro 10).

Cuadro 10: Áreas del Desierto Chihuahuense con mayor número de endemismo. *Sitios considerados Área Natural Protegida, **Área Local Protegida.

Área	Registros	Área	Registros
*Cuatro Ciénegas	86	Sierra El Rosario	33
**Brewster	71	Matehuala	29
Sierra de Parras	69	**Viesca	27
Sierra La Paila	62	*Sierra Mojada	26
Galeana	54	Sierra del Pino	23
*Sierra La Madera	51	*Sierra Santa Rosa	23
*Bolsón de Mapimí	45	*Sierra Las Delicias	21
*Sierra El Carmen	42	San Roberto	21
Concepción del Oro	41	Mina	18
Presidio	37	*Big Bend	17
Sierra Jimulco	37	Sierra La Gavia	16
Sierra del Diablo	33	**Ocampo	14

Cerca de 50% de la flora endémica se resguarda en Áreas Naturales Protegidas, como son: Áreas de Protección de Flora y Fauna Maderas del Carmen, Cuatro Ciénegas, Cañón de Santa Elena, Sierra de Álamos y Ocampo, El Parque Nacional Big Bend y la Reserva de la Biosfera Mapimí. Como 50% de la flora restante no se encuentra legalmente protegida como reserva natural, se recomienda que las acciones de conservación se refuercen y orienten a estos núcleos de diversidad endémica, o se establezcan otros en virtud de la riqueza florística de distribución restringida, tal como lo mencionan Villarreal y Encina (2005), para proteger al menos 48% de los taxa



endémicos del DCH. Dinerstein et al. (2000) proponen estas mismas áreas como reservas prioritarias de conservación para el DCH, por albergar especies de flora y fauna de distribución restringida y amenazada. Villarreal y Encina (2005) describen a las Sierras de Jimulco, Paila, Parras y Rosario como sitios de concentración endémica para la flora de Coahuila, las cuales deberían ser consideradas en proyectos de conservación. Esto coincide con el reporte de González et al. (2007), al declarar a la sierra El Rosario como un área biogeográfica y de alta endemicidad con necesidades de conservación.

Contribuciones de autores

JAV, EEC y JAB concibieron y diseñaron el estudio. JAV y JAB realizaron los análisis. EEC, JAV, JAB, HRR y SJM contribuyeron a la adquisición de datos y la interpretación. JAB escribió el manuscrito con la ayuda de JAV y EEC. Todos los autores contribuyeron a la discusión, revisión y aprobación del manuscrito final.

Financiamiento

Este estudio fue apoyado por la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (proyecto 40012100/ Plantas endémicas y raras de Coahuila).

Agradecimientos

A los revisores anónimos por su ayuda a la mejora de la presentación del escrito.

Literatura citada

Balleza, J. J. y J. L. Villaseñor. 2011. Contribución del estado de Zacatecas (México) a la conservación de la riqueza florística del Desierto Chihuahuense. Acta Botanica Mexicana 94: 61-89.

Carmona, M. P., R. Foroughbakhch, A. Flores, M. A. Alvarado y M. A.Guzmán. 2008. Flora cactológica y especies asociadas en el área natural protegida Sierra Corral de los Bandidos, Nuevo León, México. Revista Mexicana de Biodiversidad 79(2): 307-323.

Cloudsley, J. L. 1977. Man and the Biology of Arid Zones. University Park Press. Baltimore, USA. 255 pp.

CONABIO. 1998. La diversidad biológica de México: Estudio de País. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D.F., México. 281 pp.

CONABIO. 1999. Ecorregiones de México, escala 1: 1,000,000. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D.F., México.

De Candolle, A. P. 1820. Essai élémentaire de Géographie Botanique. In: Blanca, G. y F. Valle. 1986. Plantas endémicas de Andalucia Oriental. Monografias de flora y vegetación Bética 1: 1-53.

De la Luz, L., C. Coria y J. Cansino. 1995. Listados florísticos de México. XI. Reserva de la Biosfera El Vizcaíno, Baja California Sur. Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F., México. 29 pp.

Delgadillo, J. y M. A.Macías. 2002. Componente florístico del desierto de San Felipe, Baja California, México. Boletín de la Sociedad Botánica de México 70: 45-65.

Delgadillo, C., J. L. Villaseñor y P. D. Dávila. 2003. Endemism in the Mexican flora: a comparative study in three plant groups. Annals of the Missouri Botanical Garden 90(1): 25-34. DOI: http://dx.doi.org/10.2307/3298523

Dinerstein, E., D. Olson, J. Atchley, C. Loucks, S. Contreras, R. Abell, E. Iñigo, E. Enkerlin, C. Williams y G. Castilleja. 2000. Ecoregion-Based Conservation in the Chihuahuan Desert. A Biological Assessment. World Wildlife Fund, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, The Nature Conservancy, Pronatura Noreste e Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. Washington, D.C., USA. 376 pp.

Espejo, A. 2012. El endemismo en las liliopsida mexicanas. Acta Botanica Mexicana 100: 195-257.

González, M. S., M. González, I. L. López, L. Reséndiz, J. A. Tena y F. I. Retana. 2011. El complejo *Agave victoria-reginae* (Agavaceae). Acta Botanica Mexicana 95: 65-94.

González, A., I. Luna, J. L. Villaseñor y C. A. Ruiz. 2007. Distributional patterns and conservation of species of Asteraceae endemic to eastern Mexico. Systematic Biodiversity 5: 135-144. DOI: http://dx.doi.org/10.1017/S1477200006002192

Henrickson, J. y M. C. Johnston. 2007. A flora of the Chihuahuan Desert Region. Published by J. Henrickson. Los Angeles, USA. 1695 pp.

Henrickson, J. y R. Straw. 1976. A gazetteer of the Chihuahuan Desert region. A supplement to the Chihuahuan Desert flora. In: Granados, D., A. Sánchez, R. L. Granados y A. Borja. 2011. Ecología de la vegetación del Desierto Chihuahuense. Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente 17: 111-130.

Hernández, H. M. y H. Godinez. 1994. Contribución al conocimiento de las cactáceas mexicanas amenazadas. Acta Botanica Mexicana 26: 33-52.

Hernández, H. M., C. Gómez y B. Goettsch. 2004. Checklist of Chihuahuan Desert Cactaceae. Harvard Paper Botany 9(1): 51-68.

Hernández, J. G., R. Chávez y E. Sánchez. 2007. Diversidad y estrategias para la conservación de cactáceas en el semidesierto Queretano. Biodiversitas 70: 6-9.

Hunt, D. 1992. CITES Cactaceae checklist. Royal Botanic Gardens, Kew. Surrey, UK. 190 pp.

IPNI. 2016. The International Plant Name Index. Publicado en internet http://www.ipni.org (consultado en febrero 2016).

Johnston, M. C. 1974. Brief of botanical, including vegetational, features of the Chihuahuan Desert Region with special emphasis on their uniqueness. In: Wauer, R. y D. Riskind (eds.). Transactions of the symposium on the biological resources of the Chihuahuan Desert Region, United States and Mexico. Sul Ross State University. Alpine, USA. Pp. 335-359.

Levin, G. y R. Moran. 1989. The vascular flora of Isla Socorro, Mexico. Memories of San Diego Society of Natural History 16: 1-71.

Major, J. 1988. Endemism: a botanical perspective. In: Myers, A. y P. Giller (eds.). Analytical Biogeography. Chapman and Hall. London, UK. 125 pp.

Medellín, F. 1982. The Chihuahuan Desert. In: Bender, G. (ed.). Reference handbook on the deserts of North America. Greenwood Press. Westport, USA. Pp. 321-372.

Méndez, I., E. Ortiz y J. L. Villaseñor. 2004. Las Magnoliophyta endémicas de la porción xerofítica de la provincia florística del Valle de Tehuacán-Cuicatlán, México. Anales del Instituto de Biología, Serie Botánica 75(1): 87-104.

Moore, M. 2014. The origin and evolution of gypsum endemic plants in the Chihuahuan Desert. Disponible en: http://www.oberlin.edu/faculty/mmoore/gypsophily.html (consultado en octubre 2014).

Morafka, D. 1977. A biogeographical analysis of the Chihuahuan Desert through its herpetofauna. University of Southern California. Los Angeles, USA. 313 pp.

Muldavin, E. 2002. Some floristic characteristics of the northern Chihuahuan Desert: A search for its northern boundary. Taxon 51: 453-462.

Raven, P. y D. Axelrod. 1978. Origin and relationships of the California flora. University of California Publications in Botany 72: 1-134.

Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Ed. Limusa. México, D.F., México. 5-6: 63-96.

Rzedowski, J. 1991a. Diversidad y orígenes de la flora fanerogámica de México. Acta Botanica Mexicana 14: 3-21.

Rzedowski, J. 1991b. El endemismo en la flora fanerogámica mexicana: una apreciación analítica preliminar. Acta Botanica Mexicana15: 47-64.

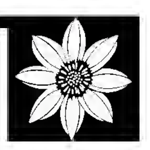
Sainz, H. y J.C. Moreno. 2002. Flora vascular endémica española. In: Pineda, F. D., J. M. de Miguel, M. A. Casado y J. Montalvo (eds.). La diversidad biológica Española. Ed. Pearson Educación. Madrid, España. 14: 175-195.

SEMARNAT. 2005. Biodiversidad. Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Disponible en http://app1.semarnat.gob.mx/dgeia/informe_04/04_biodiversidad/index_biodiversidad.html (consultado en agosto 2013).

SEMARNAT. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Protección Ambiental. Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación. Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). México, D.F., México. 77 pp.

Schmidt, R. 1979. A climatic delineation of the “real” Chihuahuan Desert. Journal of Arid Environment 2: 243-250.

Shreve, F. 1942. The desert vegetation of North America. Botanical Review 8: 195-246.



The Plant List. 2013. Version 1.1. Publicado en internet http://www.theplantlist.org (consultado en noviembre 2013).

Tropicos. 2016. Tropicos, botanical information system at the Missouri Botanical Garden. Publicado en internet http://www.tropicos.org (consultado en marzo 2016).

Villarreal, J. A. y J. A. Encina. 2005. Plantas vasculares endémicas de Coahuila y algunas áreas adyacentes, México. Acta Botanica Mexicana 70: 1-46.

Villaseñor, J. L. 1991. Las Heliantheae endémicas a México: una guía hacia la conservación. Acta Botanica Mexicana 15: 29-46.

Wiggins, I. 1964. Flora of the Sonoran Desert. In: Shreve, F. y I. Wiggins (eds.). Vegetation and flora of the Sonoran Desert. Stanford University Press. Stanford, USA. Pp. 189-1740.

Wiggins, I. 1980. Flora of Baja California. Stanford University Press. Stanford, USA. 1025 pp.

Apéndice: Listado de elementos con distribución restringida al Desierto Chihuahuense.

Taxon endémico (*), taxon cuasi-endémico (**), taxon endémico a la región pero de ambientes no áridos (***) (los taxa endémicos y cuasi-endemicos pueden a su vez ser endémicos de ambientes no áridos). Se indica después del nombre de la familia el número estimado de especies para la familia, el número de taxa reportados para el DCH y el componente endémico de esa familia para el DCH (datos tomados de Henrickson y Johnston, 2007).

PTERIDOPHYTA

Pteridaceae (1100/52/4)

** *Cheilanthes pinkavae* T. Reeves. Hierba perenne. Matorral xerófilo. SE de Chih.; C y SO de Coah.; O y S de Tex.; N de Zac.

** *Notholaena bryopoda* Maxon. Hierba perenne. Matorrales submontano y xerófilo. E y C de Chih.; C y S de Coah.; C y S de N.L.

* *Notholaena greggii* (Kuhn) Maxon. Hierba perenne. Matorral xerófilo. Sierra Santa Eulalia, Chih.; Sierra La Paila y Viesca, Coah.; cerca de Cd. de Dgo.; SO de Galeana, N.L.; Río Grande, Presidio y Brewster Cos.; Tex.

** *Notholaena neglecta* Maxon. Hierba perenne. Matorral submontano. Montañas de Huachuca, Ariz.; Sierra Santa Eulalia, Chih.; Sierra Mojada, Coah.; Santa Catarina y Zaragoza, N.L.

Selaginellaceae (675/15/5)

* *Selaginella carnerosana* Reeves. Hierba perenne. Matorral submontano y bosque de pino piñonero. Sierra Carneros, Coah.

** *Selaginella macrathera* Weath. Hierba perenne. Bosque de encino y pastizal. Sierra El Virulento y S de Ojinaga, Chih.

** *Selaginella mutica* D.C. Eaton ex Underw. var. *limitanea* Weath. Hierba perenne. Matorral xerófilo. Paradise y Cochise Co., Ariz.; Luna y Doña Ana Cos., N.M., El Paso, Jeff Davis y Brewster Cos., Tex.

* *Selaginella viridissima* Weath. Hierba perenne. Matorral xerófilo y submontano. Sierras La Fragua, La Gloria y Mojada, Coah.; Montañas de Chisos, Tex.

** *Selaginella* x *neomexicana* Maxon. Hierba perenne. Matorral submontano. Paradise y Cochise Cos., Ariz.; Doña Ana Co., N.M.; El Paso, Presido, Val Verde y Brewster Cos., Tex.

PINOPHYTA (GYMNOSPERMAE)

Cupressaceae (130/12/1)

** *Juniperus saltillensis* M.T. Hall. Arbusto y árbol. Matorral submontano, bosque de pino y pastizal. Ojinaga, Chih.; Sierra de Parras y Saltillo, Coah.; Cerro El Potosí, N.L.; Melchor Ocampo, Zac.

Pinaceae (250/16/1)

*(***) *Abies durangensis* Martínez var. *coahuilensis* (I.M. Johnst.) Martínez. Árbol. Bosque de oyamel. Sierras La Madera, La Gloria, El Carmen, Santa Rosa y Serranías del Burro, Coah.

MAGNOLIOPHYTA (ANGIOSPERMAS)

MAGNOLIDES

Aristolochiaceae (450/2/3)

* *Aristolochia coryi* I.M. Johnst. Hierba perenne. Matorral xerófilo. Trans-Pecos, Presidio y Brewster Co., Tex.

* *Aristolochia lassa* I.M. Johnst. Hierba perenne. Matorral xerófilo. S de Coah.; C y S de N.L.; N y C de Zac.

* *Aristolochia nana* S. Watson. Hierba perenne. Matorral xerófilo. Guadalcazar, S.L.P

MONOCOTILEDÓNEAS

Amaryllidaceae (1500/16/2)

* *Allium coryi* M.E. Jones. Hierba perenne. Matorral xerófilo. Brewster, Jeff Davis y Presidio Cos., Tex.

*(***) *Allium perdulce* S.V. Fraser var. *sperryi* Ownbey. Hierba perenne. Matorral submontano. Brewster, Presidio, Jeff Davis y Reeves Cos., Tex.

Asparagaceae (530/57/20)

* *Agave asperrima* Jacobi subsp. *maderensis* (Gentry) B. Ullrich. Arbusto. Matorral submontano y bosque de pino. Sierra La Madera y Cuatro Ciénegas, Coah.

** *Agave asperrima* Jacobi subsp. *zarcensis* (Gentry) B. Ullrich. Arbusto. Matorral submontano y pastizal. Río Nazas, Dgo.

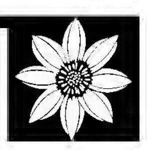
*(***) *Agave havardiana* Trel. Arbusto. Matorral submontano y bosque de coníferas. Sierra Rica y E de Los Huérfanos, Chih.; Sierras El Carmen, del Pino y Puerto Boquillas, Coah.; Montañas de Davis, Guadalupe y Chisos, NE de Marathon y Trans-Pecos, Tex.

** *Agave nickelsii* Rol.-Goss. Arbusto. Matorral xerófilo. Arteaga y Ramos Arizpe, Coah.

*(***) *Agave parrasana* A. Berger. Arbusto. Bosque de pino-encino. Sierras San Marcos, de Parras, La Madera, La Gavia y Cuatro Ciénegas, Coah.

* *Agave striata* Zucc. subsp. *falcata* (Engelm.) Gentry. Arbusto. Matorrales xerófilo y submontano. Sierras La Paila, La Madera y Encarnación, Rancho Nuevo y Saltillo, Coah.; cerca de Cd. de Dgo.; Dr. Arroyo, N.L.; Cedros y Mazapil, Zac.

** *Agave victoriae-reginae* T. Moore subsp. *swobodae* J.J. Halda. Arbusto. Matorrales xerófilo y submontano. San Pedro de las Colonias, Cerro de Las Noas, Coah.; Lerdo, Dgo.



Apéndice: Continuación.

** *Agave victoriae-reginae* T. Moore subsp. *victoria-reginae*. Arbusto. Matorral xerófilo. Candela, Coah.; Cañón de la Huasteca y Parque Nacional Cumbres de Monterrey, N.L.

* *Dandya purpusii* (Brandegee) H.E. Moore. Hierba perenne. Matorral xerófilo. Sierra La Paila, Coah.

** *Dasylirion cedrosanum* Trel. Arbusto. Matorral xerófilo. Chih.; Coah.; Dgo.; N.L.; S.L.P.; Zac.

*(***) *Dasylirion palaciosii* Rzed. Arbusto. Matorral submontano. Guadalcazar, S.L.P.

* *Manfreda brunnea* (S. Watson) Rose. Arbusto. Matorral xerófilo. SE de Chih.; O y S de Coah.

* *Manfreda potosina* (B.L. Rob. & Greenm.) Rose. Arbusto. Matorral xerófilo. Sierra de Parras, Coah.; San Miguel, Dgo.; Las Charcas, S.L.P.; Fresnillo, Zac.

*(***) *Milla bryani* I.M. Johnst. Hierba perenne. Matorral submontano. Sierra El Pulpito, Chih.; Cuatro Ciénegas, Ocampo y F.I. Madero, Coah.

*(***) *Nolina arenicola* Correll. Arbusto. Matorral submontano. Trans-Pecos, Tex.

** *Yucca carnerosana* (Trel.) McKelvey. Arbusto. Matorral xerófilo. Aldama y Ojinaga, Chih.; Coah.; N.L.; S.L.P.; Miquihuana, Tam.; N de Zac.

* *Yucca endlichiana* Trel. Arbusto. Matorral xerófilo. Sierras de Parras, El Rosario, La Paila y Estación Marte, Coah.

** *Yucca linearifolia* Clary. Arbusto. Matorral xerófilo. Sierra de Parras, Coah.; entre Galeana y Rayones, N.L.

* *Yucca rigida* (Engelm.) Trel. Arbusto. Matorral xerófilo. Jiménez, Chih.; Torreón y Viesca, Coah.; Bolsón de Mapimí y Tlahualilo, Dgo.

** *Yucca faxoniana* Sarg. Arbusto. Matorral xerófilo. Ojinaga, Chih.; Ocampo, Múzquiz y Acuña, Coah.

Commelinaceae (600/22/2)

* *Tradescantia gypsophila* B.L. Turner. Hierba perenne. Matorral halófilo y gipsófilo. Cuatro Ciénegas, Coah.

* *Tradescantia wrightii* Rose & Bush. Hierba perenne. Matorral halófilo y gipsófilo. Sierra del Diablo, Chih.; Sierras El Carmen, Santa Rosa y Villa de Ocampo, Coah.

Cyperaceae (3800/55/3)

** *Carex gypsophila* Reznicek & S. González. Hierba perenne. Matorral halófilo y gipsófilo. Aramberri y Galeana, N.L.

** *Carex potosina* Hemsl. Hierba perenne. Vegetación riparia. Saltillo, Coah.; El Canelito, N.L.; Matehuala, S.L.P.; Concepción del Oro, Zac.

*(***) *Cypringlea coahuilensis* (Svenson) M.T. Strong. Hierba perenne. Bosque de pino-encino. Sierra La Fragua, Coah.

Orchidaceae (20000/20/3)

**(***) *Hexalectris warnockii* Ames & Correll. Saprófita. Bosque de pino-encino. Montañas de Chiricahua, Ariz.; Sierra Los Órganos, Coah.; Montañas de Chisos, Davis y Vidrio, Tex.

*(***) *Malaxis wendtii* Salazar. Saprófita. Bosque de pino-encino. Sierras La Madera y El Carmen, Coah.

**(***) *Mesadenus chiangii* (M.C. Johnst.) Garay. Hierba perenne. Bosque de encino. Sierras Jimulco, La Paila, Coah.; N.L.

Poaceae (10000/308/25)

** *Allolepis texana* (Vasey) Soderstr. & H.F. Decker. Hierba perenne. Matorral xerófilo. Coyame, Chih.; Torreón, Coah.; Hidalgo y Torreón de Cañas, Dgo.; Costa de Tam.; Trans-Pecos, Tex.

** *Amelichloa clandestina* (Hack.) Arriaga & Barkworth. Hierba perenne. Matorral halófilo y gipsófilo, y pastizal. Arteaga, Ramos Arizpe y Saltillo, Coah.; San Roberto, N.L.; Matehuala, S.L.P.

* *Blepharidachne bigelovii* (S. Watson) Hack. Hierba perenne. Matorral halófilo y gipsófilo. Sierra de Parras, Coah.; Brewster, Culberson, El Paso, Pecos, Presidio y Terrell Cos., Tex.

** *Bouteloua breviseta* Vasey. Hierba perenne. Matorral halófilo, gipsófilo y submontano. Sierra del Diablo, Chih.; Sierra de Parras, Cuatro Ciénegas, Monclova, Ocampo, Ramos Arizpe, Saltillo, Castaños, Torreón y San Pedro, Coah.; Gómez Palacio, Dgo.; Dr. Arroyo, N.L.; Trans-Pecos, Tex.; Estación Camacho, Zac.

** *Bouteloua chasei* Swallen. Hierba perenne. Matorral halófilo y gipsófilo. Cerca de Agua Nueva, Coah.; Galeana y San Roberto, N.L.; Matehuala, S.L.P.

* *Bouteloua chihuahuana* (M.C. Johnst.) Columbus. Hierba perenne. Pastizal. Sierra Las Pampas, Chih.

* *Bouteloua erecta* (Vasey & Hack.) Columbus. Hierba perenne. Matorral xerófilo. Ojinaga, Chih.; Ocampo y San Buenaventura, Coah.; Brewster y Presidio Cos., Tex.

* *Bouteloua eriostachya* (Swallen) Reeder. Hierba perenne. Matorral halófilo y gipsófilo, y pastizal. Sierras Las Cruces, La Fragua, Los Alamitos y Valle Buenavista, Coah.

* *Bouteloua johnstonii* Swallen. Hierba perenne. Matorral xerófilo. Sierras Los Órganos, La Fragua, La Paila, Las Delicias y Tanque La Luz, Coah.

* *Bouteloua kayi* Warnock. Hierba perenne. Vegetación riparia. Las Maravillas Creek, Negro Gap. y Brewster Co., Tex.

** *Bouteloua warnockii* Gould & Kapadia. Hierba perenne. Matorral xerófilo. Castaños, San Pedro, Sierra de Parras, Coah.; Otero, N.M.; Trans-Pecos, Tex.

*(***) *Bromus pinetorum* Swallen. Hierba perenne. Bosque de pino-encino. Sierras del Pino y La Madera, Coah.

** *Eragrostis erosa* Scribn. ex Beal. Hierba perenne. Matorral xerófilo. Sierra El Presidio, Carrasco, Santo Domingo y La Alcaparra, Chih.; S del Salero, N.L.; Otero, N.M., Llera, Tam., Trans Pecos, Tex.

*(***) *Festuca coahuilana* Gonz.-Led. & S.D. Koch. Hierba perenne. Bosque de coníferas. Sierras La Madera y La Concordia, Coah.; Tula, Tam.

Apéndice: Continuación.

**(***) *Festuca ligulata* Swallen. Hierba perenne. Bosque de pino-encino. Sierras El Carmen, La Gloria y La Madera, Coah.; Cañón de Upper McKittrick, Montañas de Chisos y Guadalupe, Tex.

*(***) *Gouldochloa curvifolia* Valdés-Reyna, Morden & S.L. Hatch. Hierba perenne. Bosque de pino piñonero. Cerca de Tula, Tam.

**(***) *Melica montezumae* Piper. Hierba perenne. Matorral submontano. Sierras San Martín, El Borracho, La Parra y Santa Eulalia, Chih.; Sierra Jimulco y Saltillo, Coah.; Culberson, Hudspeth, Pecos y Brewster Cos., Tex.

**(***) *Muhlenbergia pubigluma* Swallen. Hierba perenne. Matorral submontano y bosque de pino-encino. Cuatro Ciénegas, Sierra La Madera, Ramos Arizpe y Saltillo Coah.; Galeana y Zaragoza, N.L.

**(***) *Muhlenbergia setifolia* Vasey. Hierba perenne. Matorral submontano y bosque de pino-encino. Sierras El Presidio y Santo Domingo, Chih.; Sierras La Gavia, La Madera, del Pino y La cuesta El Plomo, Coah.; ANSM y MEXU; Chaves Co., N.M.

** *Muhlenbergia villiflora* Hitchc. Hierba perenne. Matorral halófilo y gipsófilo. Cerca de Ventura, El Fraile y Ocampo, Coah., San Roberto y Galeana, N.L.; Doña Ana Co., N.M.; Charcas y Matehuala, S.L.P.; Tula, Tam.; Presidio y Hudespeth Co., Tex.

*(***) *Poa wendtii* Soreng & P.M. Peterson. Hierba perenne. Bosque de oyamel. Rincón de María y Sierra Santa Rosa, Coah.

* *Sporobolus airoides* (Torr.) Torr. subsp. *regis* (I.M. Johnst.) Wipff & S.D. Jones. Hierba perenne. Matorral halófilo y gipsófilo. Laguna del Rey, Coah.

* *Sporobolus coahuilensis* Valdés-Reyna. Hierba anual. Matorral xerófilo. Sierra Las Delicias y Cuatro Ciénegas, Coah.; Brewster Co., Tex.

** *Sporobolus palmeri* Scribn. Hierba perenne. Matorral halófilo y gipsófilo. Saltillo, Coah.; cerca de Cd. de Dgo.; San Roberto, N.L.; Charcas, S.L.P.; Concepción del Oro, Zac.

** *Sporobolus spiciformis* Swallen. Hierba perenne. Matorral xerófilo. Bolsón de Mapimí, Chih.; Sierra Las Delicias, Cuatro Ciénegas, Arroyo Río Salado, Ramos Arizpe, Laguna del Rey y Viesca, Coah.; Bolsón de Mapimí, Dgo.; San Fernando, Tam.

Potamogetonaceae (100/8/1)

* *Potamogeton clystocarpus* Fernald. Hierba perenne. Vegetación riparia. Davis Co., Tex.

EUDICOTILEDÓNEAS

Acanthaceae (2500/45/19)

* *Anisacanthus junceus* (Torr.) Hemsl. Arbusto. Matorral xerófilo. Sierra Jimulco, Coah.; Concepción del Oro, Zac.

* *Anisacanthus linearis* (S.H. Hagen) Henrickson & E.J. Lott. Arbusto. Matorral submontano. Sierras del Diablo y Hechiceros, Chih.; Sierras La Paila, La Madera y del Pino, Coah.; límites con N.L.; Trans-Pecos, Presidio y Brewster Co., Tex.

* *Anisacanthus puberulus* (Torr.) Henrickson & E.J. Lott. Arbusto. Matorral xerófilo. Sierra del Diablo, Chih.; Sierra de Parras, Coah.; Matehuala, S.L.P.; Montañas de Chinanti, Tex.; Pico de Teyra y Sierra de Guadalupe, Zac.

* *Anisacanthus quadrifidus* (Vahl) Nees var. *potosinus* Henrickson. Arbusto. Matorral submontano. Sierra Catorce, Matehuala y Bocas, S.L.P.; Concepción del Oro, Zac.

* *Carlowrightia lesueurii* Henrickson & T.F. Daniel. Hierba perenne. Matorral xerófilo. Sierra Los Órganos, Chih.

* *Carlowrightia mexicana* Henrickson & T.F. Daniel. Hierba perenne. Matorral xerófilo, rosetofilo y submontano. Cuatro Ciénegas, Sierras La Madera y Encantada, Coah.; Trans-Pecos, Tex.

* *Carlowrightia ovata* A. Gray. Hierba perenne. Matorral xerófilo. Cd. de Chih.

* *Carlowrightia parvifolia* Brandegee. Hierba perenne. Matorral xerófilo. Cuatro Ciénegas, Coah.; Trans-Pecos, Tex.

* *Carlowrightia serpyllifolia* A. Gray. Hierba perenne. Matorral xerófilo. Sierra del Diablo, Chih.; Sierras de Parras, Jimulco y Mojada, Coah.; Sierra El Rosario, Dgo.; Trans-Pecos, Tex.; Sierra Santa Rita, Zac.

* *Holographis ilicifolia* Brandegee. Arbusto. Matorral xerófilo. Sierra Jimulco y Cuatro Ciénegas, Coah.; Sierra El Rosario, Dgo.

* *Justicia coahuilana* T.F. Daniel. Hierba perenne. Matorral xerófilo. Cuatro Ciénegas, Coah.

* *Justicia decurvata* Hilsenb. Hierba perenne. Matorral submontano. Río Nazas, Dgo.

* *Justicia henricksonii* T.F. Daniel. Hierba perenne. Matorral xerófilo. Sierra del Pino, Coah.; Sierra El Astillero, Zac.

* *Justicia warnockii* B.L. Turner. Hierba perenne. Matorral xerófilo. Sierra Las Cruces, Coah.; Trans-Pecos, Tex.

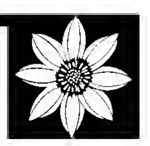
* *Mirandea grisea* Rzed. Hierba perenne. Matorral xerófilo y submontano. Sierra Jimulco, Coah.; Sierra El Rosario, Dgo.; Matehuala, Guadalcázar y El Huizache, S.L.P.; Tula, Tam.

* *Ruellia jimulcensis* Villarreal. Hierba perenne. Matorral xerófilo. Sierra Jimulco, Coah.; Sierra El Rosario, Dgo.

* *Ruellia parryi* A. Gray. Arbusto. Matorral xerófilo. Meoquí, Chih.; Sierras de Parras, Mojada y La Gavia, Coah.; Galeana, N.L.; Montañas de Guadalupe y Eddy Co., N.M., Val Verde Co. y Trans-Pecos, Tex.

* *Siphonoglossa durangensis* Henrickson & Hilsenb. Hierba perenne. Matorral xerófilo. Río Nazas, Dgo.

* *Stenandrium barbatum* Torr. & A. Gray. Hierba perenne. Matorral xerófilo. Sierra del Diablo y Ojinaga, Chih.; Sierras del Pino y Las Cruces, Coah.; Chaves Co., N.M. y Trans-Pecos, Tex.



Apéndice: Continuación.

Amaranthaceae (900/37/6)

* *Amaranthus acanthobracteatus* Henrickson. Hierba anual. Matorral halófilo y gipsófilo. Bolsón de Mapimí, Chih.; Viesca, Coah.

* *Tidestromia carnosa* (Steyerm.) I.M. Johnst. Hierba anual. Matorral halófilo y gipsófilo. Ojinaga, Chih.; Saltillo, Coah.; Trans-Pecos, Presidio, Brewster y El Paso Co., Tex.

* *Tidestromia rhizomatosa* I.M. Johnst. Hierba perenne. Matorral halófilo y gipsófilo. Cuatro Ciénegas, Coah.

* *Tidestromia suffruticosa* (Torr.) Standl. var. *coahuilana* I.M. Johnst. Hierba perenne. Matorral xerófilo. Sierras Las Delicias, La Paila y del Pino, Coah.

* *Tidestromia suffruticosa* (Torr.) Standl. var. *suffruticosa*. Hierba perenne. Matorral xerófilo. General Cepeda y Ramos Arizpe, Coah.; Chaves Co., N.M. y Trans-Pecos, Tex.

* *Tidestromia tenella* I.M. Johnst. Hierba anual. Matorral xerófilo. Cuatro Ciénegas, Viesca y Mohovano, Coah.

Anacardiaceae (600/11/1)

*(***) *Cotinus chiangii* (D.A. Young) Rzed. & Calderón. Arbusto. Matorral submontano. Sierra El Rosario, Dgo.

Apiaceae (3000/32/3)

*(***) *Cymopterus filifolius* (Mathias, Constance & W.L. Theob.) B.L. Turner. Hierba perenne. Bosque de pino-encino. Montañas de Trans-Pecos, Tex.

*(***) *Donnellsmithia coahuilensis* Mathias & Constance. Hierba anual. Bosque de pino-encino. Sierra del Pino, Coah.

**(***) *Villarrealia calcicola* (Mathias & Constance) G.L. Nesom. Hierba perenne. Matorral submontano y bosque de pino-encino. Sierras La Gloria, La Madera, La Gavia, San Marcos y SE de Monclova, Coah.

Apocynaceae (2000/26/5)

* *Amsonia arenaria* Standl. Hierba perenne. Matorral xerófilo. N de Chih.; S de Tex.

* *Amsonia tharpii* Woodson. Hierba perenne. Matorral xerófilo. Trans-Pecos y Fort Stockton, Tex.

* *Matelea chihuahuensis* (A. Gray) Woodson. Hierba perenne. Matorral halófilo y gipsófilo. Sierra Hechiceros, Chih.

* *Matelea texensis* Correll. Hierba perenne. Matorral xerófilo y pastizal. Brewster Co., Tex.

**(***) *Metastelma pringlei* A. Gray. Hierba perenne. Matorral submontano. Sierras Hechiceros, del Diablo y Bolsón de Mapimí, Chih.; Sierras del Pino, La Madera, La Concordia, Mojada y Las Margaritas, Coah.; Bolsón de Mapimí, Dgo.; Tam.; Trans-Pecos, Tex.; N de Zac.

Asteraceae (30000/554/106)

*(***) *Ageratina flourensifolia* (B.L. Turner) R.M. King & H. Rob. Arbusto. Matorral submontano y bosque de pino-encino. Sierras San Marcos y La Gloria, Coah.

*(***) *Ageratina glischra* (B.L. Rob.) R.M. King & H. Rob. Arbusto. Matorral submontano y bosque de pino-encino. Sierras Jimulco, de Parras y La Madera, Coah.

* *Ambrosia johnstoniorum* Henrickson. Hierba perenne. Pastizal. Sierras Las Cruces y La Madera, Coah.

* *Astranthium robustum* (Shinners) De Jong. Hierba anual. Matorral xerófilo y submontano. Trans-Pecos, Tex.

** *Aztecaster matudae* (Rzed.) G.L. Nesom. Arbusto. Matorral xerófilo y pastizal. Sierras Carneros y Zapalinamé, Coah.; Iturbide y Rayones, N.L.; Sierra de Catorce, S.L.P.; Saín Alto, Zac.

* *Bartlettia scaposa* A. Gray. Hierba anual. Pastizal. Aldama, Laguna Las Palomas, Santa María y cerca de Cd. de Chih.; Sierras Jimulco y El Rosario, Dgo.; Hidalgo y Luna Co., N.M., Hudspeth Co., Tex.; Concepción del Oro, Zac.

* *Brickellia glutinosa* A. Gray. Arbusto. Matorral xerófilo. Sierra del Diablo, Chih.; Sierras Jimulco, Mojada y Cuatro Ciénegas, Coah.

*(***) *Brickellia laccata* Flyr. Arbusto. Matorral submontano. Sierra El Carmen, Coah.

*(***) *Brickellia lemmonii* A. Gray var. *carmenensis* B.L. Turner. Hierba perenne. Bosque de encino. Sierra El Carmen, Coah.

*(***) *Brickellia stolonifera* B.L. Turner. Hierba perenne. Bosque de coníferas. Sierra El Carmen, Coah.

*(***) *Brickellia urolepis* S.F. Blake. Hierba perenne. Bosques de pino-encino y encino. Sierras El Carmen, La Gavia, La Paila y La Madera, Coah.

* *Calanticaria brevifolia* (Greenm.) E.E. Schill. & Panero. Arbusto. Matorral xerófilo. Bolsón de Mapimí, Chih.; Sierras Jimulco y de Parras, Coah.; Bolsón de Mapimí, Dgo.

* *Calanticaria greggii* (A. Gray) E.E. Schill. & Panero. Arbusto. Matorral xerófilo y submontano y bosque de pino. Sierra de Parras, Cuatro Ciénegas, Ocampo y General Cepeda, Coah.; Galeana, N.L.; Sierra San Julian, Zac.

*(***) *Chaetopappa hersheyi* S.F. Blake. Hierba perenne. Matorral submontano. Eddy Co., N.M.; Montañas de Guadalupe y Culberson Co., Tex.

**(***) *Chaetopappa parryi* A. Gray. Hierba perenne. Matorral submontano y bosque de pino. Artega, Cuatro Ciénegas, Ramos Arizpe y Saltillo, Coah.; Aramberri, Dr. Arroyo y Galeana, N.L.

* *Chaetopappa plomoensis* B.L. Turner. Hierba perenne. Matorral xerófilo. Sierras El Carmen y Santa Rosa, Coah.

*(***) *Chaetopappa pulchella* Shinners. Hierba perenne. Matorral submontano. Sierra Almagre, Chih.; Sierra Mojada y Cuatro Ciénegas, Coah.

** *Chromolaena bigelovii* (A. Gray) R.M. King & H. Rob. Arbusto. Vegetación riparia. Cuatro Ciénegas, Coah.; Aramberri, Bustamante, Galeana y Villaldama, N.L.

Apéndice: Continuación.

* *Erigeron bigelovii* A. Gray. Hierba perenne. Matorral xerófilo y submontano. Sierra del Diablo, Chih.; Sierra de Parras, Cuatro Ciénegas, Ramos Arizpe y Ocampo, Coah.; Sierra El Rosario, Dgo.; Galeana, N.L., Trans-Pecos, Tex.; Concepción del Oro, Zac.

*(***) *Erigeron chiangii* G.L. Nesom. Hierba perenne. Matorral submontano y bosque de encino. Sierra La Madera, Cuatro Ciénegas, Coah.

* *Erigeron cuatrocienegensis* G.L. Nesom. Hierba perenne. Matorral xerófilo. Cuatro Ciénegas, Coah.

* *Erigeron heleniae* G.L. Nesom. Hierba perenne. Matorral halófilo y gipsófilo. Mina, N.L.

* *Flaveria intermedia* J.R. Johnst. Hierba anual. Matorral gipsóilo. Yermo, NE de Dgo.

* *Flaveria palmeri* J.R. Johnst. Hierba anual. Matorral halófilo y gipsófilo. Bolsón de Mapimí, Coah.; Dgo.; S de N.L.

** *Flourensia cernua* DC. Arbusto. Matorral xerófilo. Ariz.; Chih.; Coah.; Hgo.; N.L.; N.M.; S.L.P.; Tex.; Zac.

* *Flourensia dentata* S.F. Blake. Arbusto. Matorral xerófilo. Río Nazas, Dgo.; Concepción del Oro, Zac.

* *Flourensia ilicifolia* Brandegee. Arbusto. Matorral submontano. Sierra de Parras, Coah.; Sierra El Sarnoso, Dgo.

*(***) *Flourensia microphylla* (A. Gray) S.F. Blake. Arbusto. Matorral submontano. Sierras Carneros, San Marcos y cerca de Saltillo, Coah.

*(***) *Flourensia pulcherrima* M.O. Dillon. Arbusto. Matorral submontano. Sierra del Diablo, Chih.; Sierra Jimulco, Coah.; Sierra El Rosario, Dgo.

*(***) *Flourensia retinophylla* Blake ex B.L. Rob. Arbusto. Matorral submontano. Sierras La Madera, La Paila, Las Delicias y Bolsón de Mapimí, Coah.

* *Flourensia solitaria* S.F. Blake. Arbusto. Matorral xerófilo. Cuatro Ciénegas, Coah.

**(***) *Flyriella parryi* (A. Gray) R.M. King & H. Rob. Hierba perenne. Bosque de pino-encino. Cañón de Majalca, Chih.; Sierras de Coah.; N.L.; S de Tex.

* *Gaillardia candelaria* B.L. Turner var. *candelaria*. Hierba perenne. Matorral halófilo y gipsófilo. Sierra La Candelaria, Coah.

* *Gaillardia candelaria* B.L. Turner var. *mikemoorei* B.L. Turner. Hierba perenne. Matorral halófilo y gipsófilo. N de San Pedro de las Colonias, Coah.

* *Gaillardia henricksonii* B.L. Turner. Hierba perenne. Matorral halófilo y gipsófilo. Ocampo, Coah.

* *Gaillardia powellii* B.L. Turner. Hierba perenne. Matorral halófilo y gipsófilo. Cuatro Ciénegas, Escobedo, Valle de Hermanas y Monclova, Coah.

* *Gaillardia turneri* Averett & A.M. Powell. Hierba perenne. Matorral xerófilo. Cerca del Rio Conchos, Chih.

*(***) *Grindelia havardii* Steyerm. Hierba perenne. Matorral submontano. Eddy Co., N.M.; Trans-Pecos y Crockett Co., Tex.

* *Gundlachia triantha* (S.F. Blake) Urbatsch & R.P. Roberts. Subarbusto. Matorral xerófilo, halófilo y gipsófilo. Sierra Hechiceros y Bolsón de Mapimí, Chih.; O y C de Coah.; Lerdo, Dgo.; García, N.L.; Brewster, Tex.

** *Gutierrezia grandis* S.F. Blake. Hierba perenne. Bosques de pino piñonero y pino-encino. S de Coah.; Galeana, N.L.; Sierra Catorce, S.L.P.

* *Haploesthes fruticosa* B.L. Turner. Arbusto. Matorral xerófilo. Sierra La Paila, Coah.

* *Haploesthes hintoniana* B.L. Turner. Hierba perenne. Matorral halófilo y gipsófilo. N de San Pedro de las Colonias, Coah.

* *Haploesthes robusta* I.M. Johnst. Hierba perenne. Matorral halófilo y gipsófilo. Cuatro Ciénegas, Coah.

* *Helianthus neglectus* Heiser. Hierba anual. Vegetación riparia. Artesia, N.M.; Monahans y Ector Co., Tex.

* *Helianthus paradoxus* Heiser. Hierba anual. Vegetación riparia. Fort Stockton y Trans-Pecos, Tex.

* *Henricksonia mexicana* B.L. Turner. Hierba perenne. Matorral xerófilo. Sierra Jimulco, Coah.; Río Nazas, Dgo.

** *Isocoma gypsophila* B.L. Turner. Hierba perenne. Matorral halófilo y gipsófilo. San Roberto, Aramberri y Galeana, N.L.; Mazapil, Zac.

* *Lepidospartum burgessii* B.L. Turner. Arbusto. Matorral halófilo y gipsófilo. Dell City y Hudespeth Co., Tex.

* *Leucosyris turneri* (M.L. Arnold & R.C. Jacks.) Pruski & R.L. Hartm. Hierba anual. Matorral halófilo y gipsófilo. Meoqui, Chih.; Cuatro Ciénegas, Coah.

* *Machaeranthera restiformis* B.L. Turner. Subarbusto. Matorral halófilo y gipsófilo. Cuatro Ciénegas, Coah.

*(***) *Marshalljohnstonia gypsophila* Henrickson. Arbusto. Matorral submontano. Sierra Las Delicias, Coah.

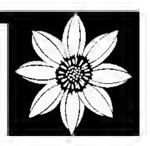
* *Nicolletia edwardsii* A. Gray. Hierba perenne. Matorral xerófilo. Aldama y Jiménez, Chih., Coah.; Cuencamé, Dgo.; Trans-Pecos, Tex.; N de Zac.

*(***) *Packera millelobata* (Rydb.) W.A. Weber & Á. Löve. Hierba perenne. Bosque de encino. Sierra Santa Eulalia, Chih.; Múzquiz y Ocampo, Coah.; Río Grande y Trans-Pecos, Tex.

** *Parthenium argentatum* A. Gray. Arbusto. Matorral xerófilo. Sierra Hechiceros, Chih.; Cuatro Ciénegas, Ocampo, Sierras Mojada y de Parras, Ramos Arizpe, Saltillo y Torreón, Coah.; Sierra El Rosario, Dgo.; Ixmiquilpan, Hgo.; Aramberrí y Galeana, N.L.; Matehuala, S.L.P.; Trans-Pecos, Tex.; Concepción del Oro, Zac.

* *Parthenium rollinsianum* Rzed. Hierba perenne. Matorral xerófilo y submontano. Cerca de Huizache y Guadalcázar, S.L.P.

* *Pectis incisifolia* I.M. Johnst. Hierba anual. Matorral xerófilo. Bolsón de Mapimí, Chih.; Coah.; Dgo.



Apéndice: Continuación.

* *Pectis pringlei* Fernald. Hierba anual. Matorral xerófilo. S de Jiménez y La Cruz, Chih.; Sierra Jimulco, Coah.; Cuencamé, Dgo.

* *Perityle bisetosa* (Torr. ex A. Gray) Shinners var. *appressa* A.M. Powell. Hierba perenne. Matorral xerófilo. Brewster Co., Tex.

* *Perityle bisetosa* (Torr. ex A. Gray) Shinners var. *scalaris* A.M. Powell. Hierba perenne. Matorral xerófilo. Brewster Co., Tex.

*(***) *Perityle bisetosa* (Torr. ex A. Gray) Shinners var. *spathulata* A.M. Powell. Hierba perenne. Matorral submontano. Sierra El Carmen, Coah.

* *Perityle carmenensis* A.M. Powell. Hierba perenne. Matorral xerófilo. Sierra El Carmen, Coah.

*(***) *Perityle castillonii* I.M. Johnst. Hierba perenne. Matorral submontano. Sierra del Diablo, Chih.; Sierra Hechiceros y Ocampo, Coah.

*(***) *Perityle coahuilensis* A.M. Powell. Hierba perenne. Matorral submontano y bosque de encino. Sierra La Madera (El Sobaco), Coah.

* *Perityle dissecta* (Torr.) A. Gray. Hierba perenne. Matorral xerófilo. Manuel Benavides, Chih.; SO de Brewster y S de Presidio Cos., Tex.

*(***) *Perityle fosteri* A.M. Powell. Hierba perenne. Matorral submontano y bosque de pino-encino. Culberson Co., Tex.

*(***) *Perityle huecoensis* A.M. Powell. Hierba perenne. Matorral submontano y bosque de pino-encino. Montañas del N del Hueco y El Paso Co., Tex.

* *Perityle parryi* A. Gray. Hierba perenne. Matorral xerófilo. Cerca de Cd. de Chih.; Big Bend, Tex.

*(***) *Perityle rupestris* (A. Gray) Shinners var. *albiflora* A.M. Powell. Hierba perenne. Matorral submontano. S de Brewster y NE de Presidio Co., Montañas de Davis y Trans-Pecos, Tex.

* *Perityle rupestris* (A. Gray) Shinners var. *rupestris.* Hierba perenne. Matorral xerófilo. Montañas de Davis, Tex.

* *Perityle vaseyi* J.M. Coult. Hierba perenne. Matorral halófilo y gipsófilo. Bolsón de Mapimi, Chih.; Cuatro Ciénegas Coah.; SO de Big Bend, Tex.

*(***) *Perityle vitreomontana* Warnock. Hierba perenne. Matorral submontano. Brewster Co., Tex.

*(***) *Pinaropappus mojadanus* B.L. Turner. Hierba perenne. Matorral submontano. Sierra Mojada, Coah.

*(***) *Pinaropappus parvus* S.F. Blake var. *parvus.* Hierba perenne. Matorral submontano y bosque de pino-encino. Sierra del Diablo, Chih.; Montañas de Guadalupe, Culberson y Hudspeth Co., N.M. y Trans-Pecos, Tex.

*(***) *Pinaropappus powellii* B.L. Turner. Hierba perenne. Bosque de pino-encino. Sierra La Encantada, Coah.

* *Plateilema palmeri* (A. Gray) Cockrell. Hierba anual. Matorral halófilo y gipsófilo. Cuatro Ciénegas y Saltillo, Coah.; Galeana, N.L.; Brewster, Co., Tex.

* *Porophyllum amplexicaule* Engelm. ex A. Gray. Hierba perenne. Matorral xerófilo. General Cepeda, Ramos Arizpe y Saltillo Coah.; Mina, Dr. Arroyo y Galeana, N.L.

* *Porophyllum greggii* A. Gray. Hierba perenne. Pastizal. Manuel Benavides y Ojinaga, Chih.; Sierra Las Cruces, Coah.; Trans-Pecos, Tex.

* *Psathyrotopsis hintoniorum* B.L. Turner. Hierba perenne. Matorral xerófilo. Sierra de Parras, Coah.

* *Psathyrotopsis purpusii* (Brandegee) Rydb. Hierba perenne. Matorral xerófilo. Sierra La Paila, Coah.

* *Psathyrotopsis scaposa* (A. Gray) H. Rob. Hierba perenne. Matorral xerófilo, halófilo y gipsófilo. N de Chih.; Bolsón de Mapimí, Dgo.; S de N.M.; Trans-Pecos, Brewster Co., Tex.

* *Pseudoclappia arenaria* Rydb. Arbusto. Matorral halófilo y gipsófilo. Cuatro Ciénegas, Coah.; Otero, N.M.; Trans-Pecos, Tex.

* *Pseudoclappia watsonii* A.M. Powell & B.L. Turner. Arbusto. Matorral halófilo y gipsófilo. Trans-Pecos, Hudspeth y Jeff Davis Co., Tex.

* *Sartwellia gypsophila* A.M. Powell & B.L. Turner. Hierba perenne. Matorral halófilo y gipsófilo. Ojinaga, Chih.; Presidio Co., Tex.

** *Sartwellia mexicana* A. Gray. Hierba anual. Matorral halófilo y gipsófilo. Cuatro Ciénegas, Coah.; Aramberri y Galeana, N.L.; Vanegas, S.L.P.; Concepción del Oro, Zac.

* *Sartwellia puberula* Rydb. Hierba anual. Matorral halófilo y gipsófilo. Bolsón de Mapimí, Chih.; Cuatro Ciénegas, Escobedo, Monclova, Ocampo, Sierra de Parras, Saltillo y Torreón, Coah.; Bolsón de Mapimí, Dgo.; Río Grande, Tex.

*(***) *Senecio claryae* B.L. Turner. Hierba perenne. Matorral submontano y bosque de encino. Sierra La Paila, Coah.

*(***) *Senecio riskindii* B.L. Turner & T.M. Barkley. Hierba perenne. Bosque de coníferas. Sierra El Carmen, Serranías del Burro y Rancho El Bonito, Coah.

* *Senecio warnockii* Shinners. Hierba perenne. Matorral halófilo y gipsófilo. Culberson y Hudspeth Co., Tex.

* *Solidago ericamerioides* G.L. Nesom. Hierba perenne. Matorral halófilo y gipsófilo. Valle de Navidad, Galeana, N.L.

*(***) *Stevia ovata* Willd. var. *texana* Grashoff. Hierba perenne. Matorral submontano. Sierra del Pino, Coah.; Montañas de Chisos y Chinati, Tex.

* *Strotheria gypsophila* B.L. Turner. Hierba perenne. Matorral halófilo y gipsófilo. San Roberto y Galeana, N.L.

** *Thelesperma scabridulum* S.F. Blake. Hierba perenne. Matorral halófilo y gipsófilo. Cerca de Saltillo, Coah.; Galeana y cerca de Monterrey, N.L.

**(***) *Thelesperma subaequale* S.F. Blake. Hierba perenne. Bosque de encino. Sierras El Carmen, del Pino, Santa Rosa, Coah.; Santa Catarina y Villaldama, N.L.

Apéndice: Continuación.

* *Thymophylla gypsophila* (B.L. Turner) Strother. Arbusto. Matorral halófilo y gipsófilo. Cuatro Ciénegas, Coah.

* *Varilla mexicana* A. Gray var. *gypsophila* B.L. Turner. Arbusto. Matorral xerófilo. Sierra de Parras, Cuatro Ciénegas, San Pedro de las Colonias, General Cepeda, Saltillo y Viesca, Coah.

* *Varilla mexicana* A. Gray var. *mexicana*. Arbusto. Matorral xerófilo. Sierra de Parras y Cuatro Ciénegas, Coah.; Cuencamé y Lerdo, Dgo.; Melchor Ocampo, Zac.

* *Viguiera phenax* S.F. Blake. Hierba anual. Matorral xerófilo y pastizal. O de El Piloncillo, Chih.; Sierra Las Cruces, Coah.; Sierra El Rosario, Dgo.; Trans-Pecos, Tex.

* *Xanthisma pseudorestiforme* B.L. Turner. Subarbusto. Matorral halófilo y gipsófilo. Mina, N.L.

* *Xylorhiza wrightii* (A. Gray) Greene. Hierba perenne. Matorral halófilo y gipsófilo. Bolsón de Mapimí, Chih.; Trans-Pecos, Tex.

** *Xylothamia johnstonii* G.L. Nesom. Arbusto. Matorral xerófilo. Guadalcázar y Santa María del Rio, S.L.P.

* *Xylothamia parrasana* (S.F. Blake) G.L. Nesom. Subarbusto. Matorral submontano. Sierra de Parras, Coah.; Melchor Ocampo, Zac.

** *Xylothamia pseudobaccharis* (S.F. Blake) G.L. Nesom. Subarbusto. Matorral xerófilo, halófilo y gipsófilo. Sierras La Paila, de Parras, Valle Seco y General Cepeda, Coah.

* *Xylothamia purpusii* (Brandegee) G.L. Nesom. Subarbusto. Matorral halófilo y gipsófilo. Bolsón de Mapimí, Chih.; Sierras del Pino y Mojada, Coah.; Bolsón de Mapimí, Dgo.

** *Xylothamia riskindii* (B.L. Turner & G. Langford) G.L. Nesom. Subarbusto. Matorral halófilo y gipsófilo y bosque de pino-encino. Cerca de Saltillo, Coah.; Galeana, N.L.

* *Xylothamia truncata* G.L. Nesom. Hierba perenne. Matorral halófilo y gipsófilo. Cuatro Ciénegas, Coah.

* *Zinnia oligantha* I.M. Johnst. Hierba perenne. Matorral halófilo y gipsófilo. Bolsón de Mapimí, Chih.; El Toro cerca de Mohovano, Sierra Mojada y Laguna del Rey, Coah.

Berberidaceae (500/5/1)

* *Berberis pinifolia* (Lundell) C.H. Mull. var. *coahuilensis* C.H. Mull. Arbusto. Matorral xerófilo. Sierra La Madera, Coah.

Boraginaceae (2600/108/34)

* *Antiphytum hintoniorum* Higgins & B.L. Turner. Hierba perenne. Matorral gipsófilo. Cerca de Galeana, N.L.

* *Cryptantha cinerea* (Greene) Cronquist. var. *laxa* (J.F. Macbr.) L.C. Higgins. Hierba perenne. Matorral xerófilo. El Paso del Norte, Chih.; Las Cruces, N.M.; Trans-Pecos, Tex.

* *Cryptantha crassipes* I.M. Johnst. Hierba perenne. Matorral xerófilo, halófilo y gipsófilo. Brewster Co., Tex.

* *Cryptantha geohintonii* B.L. Turner. Hierba anual. Matorral halófilo y gipsófilo. Mina, N.L.

* *Cryptantha gypsites* I.M. Johnst. Hierba perenne. Matorral halófilo y gipsófilo. Rancho El Aguililla y Pablillo, Galeana y E de San Roberto, N.L.

** *Cynoglossum henricksonii* L.C. Higgins. Hierba perenne. Matorral xerófilo. Sierra de Parras y Viesca, Coah.; Aramberri, Rancho El Aguililla, Galeana y Cerro el Potosí, N.L.; Mazapil, Zac.

* *Heliotropium molle* (Torr) I.M. Johnst. Hierba perenne. Matorral xerófilo. E de Chih.; Coah.; NE de Dgo.; S de Tex.

*(***) *Lithospermum jimulcense* I.M. Johnst. Hierba perenne. Matorral submontano y bosque de pino piñonero. Sierra Jimulco, Coah.

** *Nama canescens* C.L. Hitchc. Hierba perenne. Matorral halófilo y gipsófilo. Aramberri, Río de San José y Galeana, N.L.; Matehuala, S.L.P.; Concepción del Oro, Zac.

* *Nama constancei* J.D. Bacon. Hierba perenne. Matorral xerófilo. Sierra Los Órganos y Las Margaritas, Rancho El Coyote y Cuatro Ciénegas, Coah.

* *Nama cuatrocienegensis* G.L. Nesom. Hierba anual. Matorral halófilo y gipsófilo. Cuatro Ciénegas, Coah.

** *Nama flavescens* Brandegee. Hierba perenne. Matorral xerófilo. Sierra de Parras, Coah.; Aramberri y Galeana, N.L.

* *Nama havardii* A. Gray. Hierba anual. Matorral xerófilo. Sierra Hechiceros, Chih., Sierra Mojada, Coah.; Trans-Pecos, Tex.

* *Nama johnstonii* C.L. Hitchc. Hierba perenne. Matorral xerófilo y submontano. Sierras La Fragua, de Parras y Jimulco, Coah.

* *Nama serpylloides* A. Gray ex Hemsl. var. *serpylloides*. Hierba perenne. Matorral halófilo y gipsófilo. Cuatro Ciénegas y Valle de Hermanas al N de Monclova, Coah.

* *Nama serpylloides* A. Gray ex Hemsl. var. *velutina* C.L. Hitchc. Hierba perenne. Matorral halófilo y gipsófilo. Cuatro Ciéngas, Coah.

* *Nama stenophylla* A. Gray ex Hemsl. Hierba perenne. Matorral halófilo y gipsófilo. Bolsón de Mapimí, Chih.; Sierras del C y S de Coah., Mina, N.L.; Matehuala, S.L.P.

* *Nama torynophylla* Greenm. Hierba anual. Vegetación riparia. Sierra Hechiceros, Chih.; Sierra Mojada, Coah.; Big Bend, Tex.

** *Nama turneri* Bacon. Hierba perenne. Matorral halófilo y gipsófilo. San Roberto, N.L.; Matehuala y Camino a Los Cerritos, S.L.P.

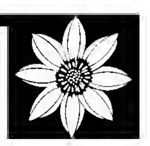
** *Nama xylopoda* (Wooton & Standl.) C.L. Hitchc. Hierba perenne. Matorral xerófilo. Montañas de Guadalupe, N.M.; Trans-Pecos, Tex.

* *Omphalodes carranzae* G.L. Nesom. Hierba perenne. Matorral xerófilo. Ocampo, Coah.

*(***) *Omphalodes chiangii* L.C. Higgins. Hierba perenne. Bosque de pino-encino. Sierras Santa Rosa y El Carmen, Coah.

*(***) *Phacelia carmenensis* B.L. Turner. Hierba anual. Bosque de encino. Sierra El Carmen, Coah.

* *Phacelia gypsogenia* I.M. Johnst. Hierba anual. Matorral halófilo y gipsófilo. Bolsón de Mapimí, Chih.; Ocampo, Coah.; Rancho El Aguililla y Santa Rita, N.L.; Concepción del Oro, Zac.



Apéndice: Continuación.

* *Phacelia hintoniorum* B.L. Turner. Hierba anual. Matorral halófilo y gipsófilo. Rancho El Aguililla, Galeana, N.L.
** *Phacelia infundibuliformis* Torr. Hierba anual. Matorral xerófilo y submontano. Montañas Santa María, Ariz.; Sierra Almagre, Chih.; Sierras Mojada y Las Cruces, Coah.; N.M.; Trans-Pecos, Tex.; Concepción del Oro, Zac.
** *Phacelia intermedia* Wooton. Hierba anual. Matorral xerófilo. Deming y Río Grande, N.M.; Trans-Pecos y Brewster Co., Tex.
* *Phacelia pallida* I.M. Johnst. Hierba perenne. Matorral halófilo y gipsófilo. Sierras La Paila, Mojada y Las Magaritas, Cuatro Ciénegas, Coah.
* *Phacelia petiolata* I.M. Johnst. Hierba perenne. Matorral halófilo y gipsófilo. NE de Chih.; SO de Coah.; Brewster Co., Tex.
* *Tiquilia gossypina* (Wooton y Standl.) A.T. Richardson. Arbusto. Matorral halófilo y gipsófilo. E de Chih.; Coah.; N de Dgo.; Trans-Pecos, Tex.
** *Tiquilia greggii* (Torr. & A. Gray) A.T. Richardson. Arbusto. Matorral xerófilo, halófilo y gipsófilo. E de Chih.; Coah.; NE de Dgo.; O de N.L.; N.M.; N de S.L.P.; S de Tex.; N de Zac.
* *Tiquilia mexicana* (S. Watson) A.T. Richardson. Hierba perenne. Matorral xerófilo. E de Chih.; Coah.; O de N.L.; N de S.L.P.; Trans-Pecos, Tex.; N de Zac.
* *Tiquilia tuberculata* A.T. Richardson. Hierba perenne. Matorral halófilo y gipsófilo. Mina, N.L.
* *Tiquilia turneri* A.T. Richardson. Hierba perenne. Matorral halófilo y gipsófilo. Cuatro Ciénegas, Coah.; Galeana, N.L.; Matehuala, S.L.P.
Brassicaceae (3000/125 /31)
** *Coelophragmus auriculatus* (A. Gray.) O.E. Schulz. Hierba anual. Matorral xerófilo. Sierra del Diablo, Chih.; Sierra de Parras, Coah.; Sierra Santa Rita y Cerro el Potosí, N.L.; El Paso, Montañas Hueco y de Guadalupe, Tex.; Sierra El Astillero, Zac.
* *Dryopetalon paysonii* (Rollins) A.L.-Shehbaz. Hierba anual. Matorral xerófilo. Sierras de Parras y Jimulco y Torreón, Coah.
** *Exhalimolobos parryi* (Hemsl.) Al-Shehbaz & C.D. Bailey. Hierba perenne. Matorral xerófilo. Cerca de Cd. de S.L.P.
*(***) *Halimolobos diffusa* (A. Gray) O.E. Schulz. Hierba perenne. Bosques de pino y pino-encino. Ariz.; Chih.; Coah.; N.M.; Tex.
** *Halimolobos lasioloba* O.E. Schulz. Hierba perenne. Matorral xerófilo. Cerca de Cd. de Chih.; Matehuala y Sierra Catorce, S.L.P.; Concepción del Oro, Zac.
* *Mancoa henricksonii* Rollins. Hierba anual. Matorral xerófilo. Pico de Teyra, Zac.
* *Nerisyrenia castillonii* Rollins. Subarbusto. Matorral halófilo y gipsófilo. Cuatro Ciénegas y Laguna del Rey, Coah.
** *Nerisyrenia gracilis* I.M. Johnst. Hierba perenne. Matorral halófilo y gipsófilo. Sierra La Paila y Saltillo, Coah.; Rancho El Aguililla, Mina, San Roberto y Galeana, N.L.; Matehuala y Sierra Catorce, S.L.P.; Concepción del Oro y Mazapil, Zac.
* *Nerisyrenia gypsophila* J.D. Bacon. Subarbusto. Matorral halófilo y gipsófilo. Aldama y Ojigana, Chih.
* *Nerisyrenia hypercorax* Alexander & M.J. Moore. Hierba perenne. Matorral gipsófilo. Otero y Chaves Co., N.M.
* *Nerisyrenia incana* Rollins. Subarbusto. Matorral halófilo y gipsófilo. Cuatro Ciénegas, Coah.
* *Nerisyrenia johnstonii* J.D. Bacon. Hierba perenne. Matorral halófilo y gipsófilo. Sierra Las Delicias, Coah.
* *Nerisyrenia linearifolia* (S. Watson) Greene var. *baconiana* (B.L. Turner) Henrickson. Hierba perenne. Matorral halófilo y gipsófilo. Sierra La Paila, SE de Coah.
** *Nerisyrenia linearifolia* (S. Watson) Greene var. *mexicana* J.D. Bacon. Hierba perenne. Matorral halófilo y gipsófilo. Cuatro Ciénegas, Coah.; San Roberto y Galeana, N.L.; Matehuala, S.L.P.; Miquihuana, Tam.
*(***) *Physaria johnstonii* (Rollins) O'Kane & Al-Shehbaz. Hierba perenne. Bosque de pino-encino. Sierras El Carmen, del Pino y Santa Rosa, Coah.
*(***) *Physaria mcvaughiana* (Rollins) O'Kane & Al-Shehbaz. Hierba perenne. Matorral submontano. Cuatro Ciénegas, Coah.; Trans-Pecos y Brewster Co., Tex.
**(***) *Physaria mexicana* (Rollins) O'Kane & Al-Shehbaz. Hierba perenne. Matorral submontano. Sierra del Diablo, Chih.; Sierras de Menchaca, Santa Rosa, de Parras, El Carmen y La Encantada, Cuatro Ciénegas y Monclova, Coah.
*(***) *Physaria wyndii* (Rollins & E.A. Shaw) O'Kane & Al-Shehbaz. Hierba perenne. Bosque de pino-encino. Sierras El Carmen y Santa Rosa, Coah.
* *Raphanorhyncha crassa* Rollins. Hierba perenne. Pastizal. Bajío el Gringo, Chih.
* *Rollinsia paysonii* (Rollins) Al-Shehbaz. Hierba anual. Pastizal. Coah.; Dgo.
** *Rorippa ramosa* Rollins. Hierba perenne. Subacuática. E de Chih.; Sierra de Parras, Coah.; Ceballos, Dgo.; Brewster Co., Tex.
*(***) *Scoliaxon mexicanus* (S. Watson) Payson. Hierba perenne. Bosque de pino-encino. Sierra del Diablo, Chih.; Sierra de Parras, Coah.; Sierra Santa Rosa y Cerro Blanco, N.L.; Sierra El Astillero, Zac.
*(***) *Sphaerocardamum compressum* (Rollins) Rollins. Hierba perenne. Bosque de pino piñonero. Sierra de Parras, Coah.
*(***) *Streptanthus cutleri* Cory. Hierba anual. Matorral submontano. Sierra del Diablo, Chih.; Sierras Santa Rosa y El Carmen, Coah.; Big Bend, Tex.

Apéndice: Continuación.

*(***) *Streptanthus platycarpus* A. Gray. Hierba anual. Matorral submontano. Sierras Santa Rosa y El Carmen, Coah.; Brewster, Crockett, Culberson, Pecos, Presidio, Terrell y Val Verde Cos., Tex.

*(***) *Synthlipsis densiflora* Rollins. Hierba perenne. Bosque de pino-encino. Sierra La Fragua y Cuatro Ciénegas, Coah.

* *Synthlipsis greggi* A. Gray. var. *hispidula* Rollins. Hierba anual. Matorral xerófilo. Cerca de Saltillo, Coah.; Galeana, Mina e Iturbide, N.L.; Montañas de San Miguelito, S.L.P.

*(***) *Thelypodiopsis incisa* Rollins. Hierba anual. Matorral submontano. Sierras La Gavia, San Marcos y cerca de Saltillo, Coah.

* *Thelypodiopsis retrofracta* (Rollins) Rollins. Hierba anual. Matorral xerófilo. Sierra de Parras, Coah.; Concepción del Oro, Zac.

**(***) *Thelypodium longipes* (Rollins) Rollins. Hierba anual. Matorral submontano. Sierras La Madera, de Parras y Jimulco, Coah.; Rayones, Mina y Galeana, N.L.

*(***) *Thelypodium texanum* (Cory) Rollins. Hierba anual. Matorral submontano. Brewster, Fresno Creek y Presidio Cos., Tex.

Buddlejaceae (150/5/2)

*(***) *Emorya rinconensis* Mayfield. Subarbusto. Matorral submontano. Rancho el Rincón, entre Serranías del Burro Coah.; Big Bend, Tex.

**(***) *Emorya suaveolens* Torr. Arbusto. Matorral submontano y bosque de encino. Sierras La Madera, La Gavia, La Paila, La Fragua y de Parras, Acuña y Castaños, Coah.; San Roberto, N.L.; Trans-Pecos, Tex.

Cactaceae (2000/202/141)

* *Acharagma aguirreana* (Glass & R.A. Foster) Glass. Arbusto suculento. Matorral xerófilo. Sierras La Paila y San Marcos, Coah.

* *Ancistrocactus scheeri* (Salm-Dyck) Britton & Rose. Arbusto suculento. Matorral xerófilo y bosque de pino-encino. Mina, N.L.; Meseta de Edwards, Kimble, Kinney, Real Uvalde y Val Verde Cos., Tex.

* *Ariocarpus agavoides* (Castañeda) E.F. Anderson. Arbusto suculento. Matorral xerófilo. Tula, Tam.

* *Ariocarpus fissuratus* (Engelm.) K. Schum. var. *fissuratus*. Arbusto suculento. Matorral xerófilo y bosque de pino piñonero. Río Grande, Chih.; Coah.; cerca de Bermejillo, Dgo.; Hudspeth, Presidio, Brewster, Trans-Pecos, Terrell y Val Verde Cos., Tex.

* *Ariocarpus fissuratus* (Engelm.) K. Schum. subsp. *bravoanus* (H.M. Hern. & E.F. Anderson) Lüthy. Arbusto suculento. Matorral xerófilo. Microondas Nuñez, S.L.P.

* *Ariocarpus fissuratus* (Engelm.) K. Schum. subsp. *hintonii* (Stuppy & N.P. Taylor) Halda. Arbusto suculento. Matorral xerófilo. Cerca de Vanegas, S.L.P.

* *Ariocarpus fissuratus* (Engelm.) K. Schum. subsp. *lloydii* (Rose) U. Guzmán. Arbusto suculento. Matorral xerófilo. Sierras La Paila y de Parras, Coah.; Hacienda de Cedros y Concepción del Oro, Zac.

** *Ariocarpus kotschoubeyanus* (Lem.) K. Schum. var. *kotschoubeyanus*. Arbusto suculento. Matorral xerófilo y pastizal. General Cepeda, Ramos Arizpe y Viesca, Coah.; Dr. Arroyo y Villa de García, N.L.; La Ventura, S.L.P.; Tula, Tam.; Sierra Guadalupe, Zac.

* *Ariocarpus retusus* Scheidw. Arbusto suculento. Matorral xerófilo. Sierra de Parras, Saltillo y Ramos Arizpe, Coah.; Dr. Arroyo, Galeana, Villa de García, Mier y Noriega, N.L.; cerca de Cd. de S.L.P.; Valle de Jaumave, Tam.; Hacienda de Cedros, Zac.

* *Astrophytum capricorne* (A. Dietr.) Britton & Rose. Arbusto suculento. Matorral xerófilo. Cuatro Ciénegas, Ramos Arizpe y San Pedro, Coah.; Mina, N.L.

* *Astrophytum myriostigma* Lem. subsp. *coahuilense* (Moeller) Borg. Arbusto suculento. Matorral xerófilo. San Pedro de las Colonias, Coah.; cerca de Lerdo, Dgo.

* *Corynopuntia aggeria* (Ralston & Hilsenb.) M.P. Griffith. Arbusto suculento. Matorral xerófilo. Valle El Sobaco, Coah.; Brewster Co., Tex.

* *Corynopuntia bulbispina* (Engelm.) F.M. Kunth. Arbusto suculento. Matorral xerófilo. General Cepeda, Coah.

* *Corynopuntia grahamii* (Engelm.) F.M. Kunth. Arbusto suculento. Matorral xerófilo. Coah.; Dgo.; N.M.; Tex.

* *Corynopuntia moelleri* (A. Berger) F.M. Kunth. Arbusto suculento. Matorral xerófilo. Cuatro Ciénegas, Coah.

* *Corynopuntia schottii* (Engelm.) F.M. Kunth. Arbusto suculento. Matorral xerófilo. Coah.; S de Tex.

* *Corynopuntia vilis* (Rose) F.M. Kunth. Arbusto suculento. Matorral xerófilo. S.L.P.; N de Zac.

* *Coryphantha clavata* Backeb. subsp. *clavata*. Arbusto suculento. Matorral xerófilo. Viesca, Coah.

* *Coryphantha delaetiana* A. Berger. Arbusto suculento. Matorral xerófilo. Coyame y Río Grande, Chih.; Cuatro Ciénegas y Estación Marte, Coah.; S de Cuencamé, Dgo.

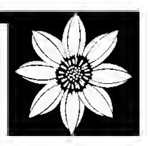
* *Coryphantha difficilis* Orcutt. Arbusto suculento. Matorral xeróflio. Sierra La Paila, Coah.

* *Coryphantha durangensis* (Runge ex K. Schum.) Britton & Rose. Arbusto suculento. Matorral xerófilo. San Pedro y Viesca, Coah.; Río Nazas, Dgo.

* *Coryphantha echinus* (Engelm.) Britton & Rose. Arbusto suculento. Matorral xerófilo. Sierra Santa Elena, Chih.; Río Grande, Coah.; El Paso, Presidio, Trans-Pecos, NE de Howard y Coke Cos., Tex.

*(***) *Coryphantha georgii* Boed. Arbusto suculento. Bosque de pino-encino. La Ascensión, N.L.; Estación Villar, S.L.P.; Miquihuana, Tam.

* *Coryphantha glanduligera* Lem. Arbusto suculento. Matorral xerófilo. Dr. Arroyo, El Milagro y Los Pocitos, N.L.; Cerro el Calvario, Guadalcázar, El Huisache y Matehuala, S.L.P.; Tula, Tam.



Apéndice: Continuación.

* *Coryphantha gracilis* Bremer & A.B. Lau. Arbusto suculento. Matorral xerófilo y pastizal. NO de Hidalgo del Parral, Chih.

* *Coryphantha hesteri* Y. Wright. Arbusto suculento. Pastizal. Brewster Co., Tex.

* *Coryphantha hintoniorum* Dicht & A. Lüthy. Arbusto suculento. Matorral xerófilo, halófilo y gipsófilo. Valle de Navidad y Galeana, N.L.

* *Coryphantha longicornis* Boed. Arbusto suculento. Matorral xerófilo. Cerca del Río Nazas, Dgo.

* *Coryphantha macromeris* (Engelm.) Lem. subsp. *macromeris*. Arbusto suculento. Matorral xerófilo. Bolsón de Mapimí, Chih.; Coah.; Bolsón de Mapimí, Dgo.; N.M.; Trans-Pecos, Tex.; Concepción del Oro, Zac.

* *Coryphantha maiz-tablasensis* O. Schwarz. Arbusto suculento. Matorral xerófilo, halófilo y gipsófilo. El Huisache, S.L.P.

* *Coryphantha minima* Baird. Arbusto suculento. Pastizal. Brewster Co., Tex.

* *Coryphantha poselgeriana* (A. Dietr.) Britton & Rose. Arbusto suculento. Matorral xerófilo. SE de Jimenéz y Coyame, Chih.; Cuatro Ciénegas, Coah.; Cuencamé, Dgo.; N de S.L.P.; Montañas de Chisos, Tex.; Concepción del Oro, Zac.

* *Coryphantha pseudoechinus* Boed. subsp. *laui* (Bremer) Dicht & A. Lüthy. Arbusto suculento. Matorral xerófilo. Sierra La Paila y Saltillo, Coah.

* *Coryphantha pseudoechinus* Boed. subsp. *pseudoechinus*. Arbusto suculento. Matorral xerófilo. Sierras San Marcos, La Paila y Cuatro Ciénegas, Coah.

* *Coryphantha pulleineana* (Backeb.) Glass. Arbusto suculento. Matorral xerófilo. S de Matehuala, S.L.P.

* *Coryphantha ramillosa* Cutak subsp. *ramillosa*. Arbusto suculento. Matorral xerófilo. Cuatro Ciénegas, Coah.; Terrell y Brewster Cos., Tex.

* *Coryphantha ramillosa* Cutak subsp. *santarosa* Dicht & A. Lüthy. Arbusto suculento. Matorral xerófilo. Sierra La Babia, Coah.

** *Coryphantha robbinsorum* (W. Earle) A.D. Zimmerman. Arbusto suculento. Matorral xerófilo y submontano. Cochise Co., Ariz.; NE de Son.

* *Coryphantha robustispina* (Schott ex Engelm.) Britton & Rose subsp. *scheeri* N.P. Taylor. Arbusto suculento. Matorral xerófilo. Cochise y Graham Cos., Ariz.; Hidalgo, Grant, Luna, Doña Ana y Sierra Cos., N.M.; El Paso Co., Tex.

* *Coryphantha unicornis* Boed. Arbusto suculento. Matorral xerófilo. Viesca, Coah.

* *Coryphantha vogtherriana* Werderm. & Boed. Arbusto suculento. Matorral submontano. Cerca de Cd. de S.L.P.

* *Coryphantha werdermannii* Boed. Arbusto suculento. Matorral xerófilo. Sierra del Diablo, Chih.; Sierra La Paila, Coah.

* *Cumarinia odorata* (Boed.) Buxb. Arbusto suculento. Matorral xerófilo. La Ventura, S.L.P.; Miquihuana, Tam.

* *Cylindropuntia anteojoensis* (Pinkava) E.F. Anderson. Arbusto suculento. Matorral halófilo y gipsófilo. Sierra La Madera, Valle El Sobaco, Las Margaritas y Cuatro Ciénegas, Coah.

* *Cylindropuntia imbricata* (Haw.) F.M. Knuth subsp. *argentea* (M.S. Anthony) U. Guzmán. Arbusto suculento. Matorral xerófilo. Montañas del Mariscal y Big Bend, Tex.

* *Cylindropuntia kleiniae* (DC.) F.M. Knuth. Arbusto suculento. Matorral xerófilo. S de Coah.; N de Dgo.; C de N.L.; SE de N.M.; S de Tex.

* *Echinocactus parryi* Engelm. Arbusto suculento. Matorral xerófilo. Samalayuca, Chih.

* *Echinocereus chisoensis* W.T. Marshall subsp. *chisoensis*. Arbusto suculento. Matorral xerófilo. Big Bend y Brewster Co., Tex.

* *Echinocereus chisoensis* W.T. Marshall var. *fobeanus* (Oehme) N.P. Taylor. Arbusto suculento. Matorral xerófilo. Sierra de Parras, Coah.

* *Echinocereus cinerascens* (DC.) Lem. var. *septentrionalis* N.P. Taylor. Arbusto suculento. Matorral xerófilo. Cerca de Cd. de S.L.P.; Cd. de Zac.

* *Echinocereus cinerascens* (DC.) Lem. subsp. *tulensis* (Bravo) N.P. Taylor. Arbusto suculento. Matorral xerófilo. Huisache, S.L.P.; Miquihuana, Tam.

* *Echinocereus davisii* A.D. Houghton. Arbusto suculento. Matorral xerófilo y pastizal. Marathon y Brewster Cos., Tex.

* *Echinocereus enneacanthus* Engelm. var. *enneacanthus*. Arbusto suculento. Matorral xerófilo y pastizal. Sierra Hechiceros y San Miguel, Chih., Cuatro Ciénegas, Coah.; Cuencamé y Bermejillo, Dgo.; Dr. Arroyo, Mina, Villa de García, N.L.; Otero y Luna Co., N.M.; Matehuala, S.L.P.; Trans-Pecos y El Paso Co., Tex.

* *Echinocereus nivosus* Glass & R.A. Foster. Arbusto suculento. Bosque de pino piñonero y pastizal. Sierra de Parras, Coah.

* *Echinocereus longisetus* (Engelm.) Lem. subsp. *delaetii* N.P. Taylor. Arbusto suculento. Bosques de encino y pino piñonero y pastizal. Sierras La Paila y San Marcos, Coah.

*(***) *Echinocereus longisetus* (Engelm.) Lem. subsp. *longisetus*. Arbusto suculento. Bosque de pino-encino. Sierras La Madera y El Carmen, Coah.

* *Echinocereus primolanatus* Fritz Schwarz ex N.P. Taylor. Arbusto suculento. Matorral xerófilo. Sierras La Paila y Los Alamitos, Coah.

** *Echinocereus stramineus* (Engelm.) F. Seitz subsp. *stramineus*. Arbusto suculento. Matorral xerófilo. N de Chih.; S de Coah.; Sierra El Rosario, Dgo.; N.L.; Eddy, Otero y Doña Ana Cos., N.M.; Matehuala, S.L.P.; Trans-Pecos, Tex.; Concepción del Oro, Zac.

* *Echinocereus viridiflorus* Engelm. subsp. *chloranthus* N.P. Taylor. Arbusto suculento. Matorral xerófilo y submontano y pastizal. Cerca

Apéndice: Continuación.

de Cd. Juaréz, Chih.; Doña Ana, Otero y Eddy Cos., N.M.; El Paso, Culberson, Hudspeth, Cos., Tex.

* *Echinocereus viridiflorus* Engelm. subsp. *correllii* (L.D. Benson) W. Blum & Mich. Lange. Arbusto suculento. Pastizal. Brewster y Marathon, Cos., Tex.

* *Echinocereus viridiflorus* Engelm. subsp. *cylindricus* N.P. Taylor. Arbusto suculento. Bosque de encino y pastizal. Sierra de Hechiceros, Chih.; Eddy, Chaves, Otero, Lincoln y Doña Ana Cos., N.M.; Montañas de Davis, Tex.

* *Echinomastus intertextus* (Engelm.) Britton & Rose subsp. *dasyacanthus* (Engelm.) U. Guzmán. Arbusto suculento. Matorral xerófilo. Sierra Hechiceros, Chih.; Sierra de Hechiceros, Coah., N.M.; Trans-Pecos, Tex.

** *Echinomastus mariposensis* Hester. Arbusto suculento. Matorral xerófilo y pastizal. Cuatro Ciénegas, General Cepeda, Escobedo y Monclova, Coah.; Presidio y Brewster Cos., Tex.

* *Echinomastus unguispinus* (Engelm.) Britton & Rose subsp. *laui* (G. Frank & Zecher) Glass. Arbusto suculento. Matorral xerófilo y pastizal. Charcas, S.L.P.; cerca de Salinas, Zac.

* *Echinomastus unguispinus* (Engelm.) Britton & Rose subsp. *unguispinus*. Arbusto suculento. Matorral xerófilo y pastizal. Jiménez, Chih.; Sierra La Paila, Coah.; Sierra El Rosario, Dgo.; Concepción del Oro, Zac.

* *Echinomastus warnockii* (L.D. Benson) Glass & R.A. Foster. Arbusto suculento. Matorral xerófilo y pastizal. Ojinaga, Chih.; Sierra Santa Rosa, Coah.; Hudspeth, Culberson, Presidio y Brewster Cos., Tex.

* *Epithelantha cryptica* D. Donati & C. Zanovello. Arbusto suculento. Matorral xerófilo. La Muralla, Coah.

* *Epithelantha micromeris* (Engelm.) F.A.C. Weber ex Britton & Rose subsp. *greggii* (Engelm.) N.P. Taylor. Arbusto suculento. Matorral xerófilo. Sierras de Parras y La Paila, Coah.

*(***) *Epithelantha micromeris* (Engelm.) F.A.C. Weber ex Britton & Rose subsp. *pachyrhiza* (W.T. Marshall) N.P. Taylor. Arbusto suculento. Matorral submontano. Saltillo, Coah.

* *Epithelantha micromeris* (Engelm.) F.A.C. Weber ex Britton & Rose subsp. *bokei* (L.D. Benson) U. Guzmán. Arbusto suculento. Matorral xerófilo y submontano. Sierra La Paila y Cuatro Ciénegas, Coah.; Big Bend y Río Grande, Tex.

* *Epithelantha micromeris* (Engelm.) F.A.C. Weber ex Britton & Rose subsp. *Polycephala* (Backeb.) Glass. Arbusto suculento. Matorral xerófilo. Ramos Arizpe y Saltillo, Coah.

* *Escobaria chihuahuensis* Britton & Rose. Arbusto suculento. Matorral xerófilo. Cerca de Cd. de Chih. y Rosales, Chih.

*(***) *Escobaria dasyacantha* (Engelm.) Britton & Rose subsp. *chaffeyi* (Britton & Rose) N.P. Taylor. Arbusto suculento. Bosque de encino. Sierras La Madera y La Paila, Coah.; Sierra El Rosario, Dgo.; Sierra Catorce, S.L.P.; Montañas de Chisos, Tex.; Concepción del Oro, Zac.

* *Escobaria dasyacantha* (Engelm.) Britton & Rose subsp. *dasyacantha*. Arbusto suculento. Matorral xerófilo y pastizal. Sierra Santa Elena, Chih.; El Paso, Hudspeth, Jeff Davis, Trans-Pecos, Presidio y Brewster Cos., Tex.

* *Escobaria duncanii* (Hester) Backeb. Arbusto suculento. Matorral xerófilo. Sierra Co., N.M.; Brewster y Presidio Cos., Tex.

* *Escobaria henricksonii* Glass & Foster. Arbusto suculento. Matorral xerófilo. Sierra del Diablo, Chih.; Sierra El Rosario, Dgo.

* *Escobaria laredoi* (Glass & Foster) N.P. Taylor. Arbusto suculento. Matorral xerófilo. Sierra de Parras, Coah.

* *Escobaria lloydii* Britton & Rose. Arbusto suculento. Matorral xerófilo. Sierra de Zuluaga y Concepción del Oro, Zac.

* *Escobaria orcuttii* (Boed.). Arbusto suculento. Matorral xerófilo. Cochise Co., Ariz.; Hidalgo, Grant y Luna Cos., N.M.

* *Escobaria sneedii* Britton & Rose subsp. *sneedii*. Arbusto suculento. Matorral xerófilo. Eddy Co. y NE de Guadalupe, N.M.

* *Escobaria zilziana* Backeb. Arbusto suculento. Matorral xerófilo. Cuatro Ciénegas, Coah.; Río Nazas, Dgo.

** *Ferocactus hamatacanthus* (Muehlenpf.) Britton & Rose subsp. *hamatacanthus*. Arbusto suculento. Matorral xerófilo y bosque de pino-encino. Chih.; Coah.; Sierra El Rosario, Dgo.; N.L.; Montañas de Cornudas, N.M.; Sierra Guadalupe, S.L.P.; Montañas de Davis, Tex.; Concepción del Oro, Zac.

** *Ferocactus pilosus* (Galeotti) Werderm. Arbusto suculento. Matorral xerófilo y bosque de pino. Sierras La Madera y del Pino, Coah.; Sierra El Rosario, Dgo.; Aramberri, Dr. Arroyo, Santa Catarina, Galeana y Villa de García, N.L.; Matehuala, S.L.P.; Miquihuana, Tam.; Concepción del Oro, Zac.

* *Glandulicactus uncinatus* (Galeotti ex Pfeiff.) Backeb. subsp. *uncinatus*. Arbusto suculento. Matorral xerófilo. El Huizache, S.L.P.

* *Grusonia bradtiana* (J.M. Coult.) Britton & Rose. Arbusto suculento. Matorral xerófilo. Bolsón de Mapimí, Chih.; Bolsón de Mapimí, Sierra La Paila y Laguna del Rey, Coah.; Bolsón de Mapimí, Dgo.

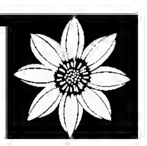
* *Leuchtenbergia principis* Hook. Arbusto suculento. Matorral xerófilo. Sierras La Paila, de Parras y Saltillo, Coah.; Río Nazas, Dgo.; Mier y Noriega, N.L.; Matehuala, S.L.P.

* *Mammillaria aureilanata* Backeb. Arbusto suculento. Matorral xerófilo. Entre El Huisache y la Cd. de S.L.P., S.L.P.

* *Mammillaria carretii* Rebut ex K. Schum. Arbusto suculento. Matorral xerófilo. Saltillo y Ramos Arizpe, Coah.; Villa de García, N.L.

* *Mammillaria coahuilensis* (Boed.) Moran subsp. *albiarmata* (Boed.) D.R. Hunt. Arbusto suculento. Matorral xerófilo. Saltillo y Viesca, Coah.

* *Mammillaria coahuilensis* (Boed.) Moran subsp. *coahuilensis*. Arbusto suculento. Matorral halófilo y gipsófilo. Viesca, Coah.



Apéndice: Continuación.

* *Mammillaria chionocephala* J.A. Purpus. Arbusto suculento. Matorral xerófilo. Sierras de Parras, La Madera, La Paila y Saltillo, Coah.

* *Mammillaria grusonii* Runge. Arbusto suculento. Matorral xerófilo. Cuatro Ciénegas y San Pedro, Coah.; NE de Dgo.

* *Mammillaria guelzowiana* Werderm. Arbusto suculento. Pastizal. Río Nazas, Dgo.

** *Mammillaria lasiacantha* Engelm. Arbusto suculento. Matorral xerófilo. Chih.; Cuatro Ciénegas y Saltillo, Coah.; Río Nazas, Dgo.; Otero y Luna Co., N.M., Sierra Catorce, S.L.P., NO de Son., Trans-Pecos, Tex. y Concepción del Oro, Zac.

** *Mammillaria lenta* K. Brandegee. Arbusto suculento. Matorral xerófilo. Viesca, Coah.; Monterrey, N.L.

* *Mammillaria pachycylindrica* Backeb. Arbusto suculento. Matorral xerófilo. Cuencamé, Dgo.

* *Mammillaria parrasensis* Repp. Arbusto suculento. Matorral xerófilo. Sierra de Parras, Coah.

* *Mammillaria pennispinosa* Krainz subsp. *nazasensis* (Glass & R.A. Foster) D.R. Hunt. Arbusto suculento. Matorral xerófilo. Río Nazas, Dgo.

* *Mammillaria pennispinosa* Krainz subsp. *pennispinosa.* Arbusto suculento. Matorral xerófilo. Bolsón de Mapimí, Chih.; Coah.; Dgo.

* *Mammillaria pottsii* Scheer ex Salm-Dyck. Arbusto suculento. Matorral xerófilo. Chih.; S de Coah.; Cuencamé, Dgo.; Villa de García, N.L.; Brewster y Presidio, Cos., Tex.; Fresnillo, Zac.

* *Mammillaria stella-de-tacubaya* Heese. Arbusto suculento. Matorral xerófilo. Bolsón de Mapimí y Viesca, Coah.; Río Nazas, Dgo.

* *Neolloydia matehualensis* Backeb. Arbusto suculento. Matorral xerófilo. Cerca de Dr. Arroyo, N.L.; cerca de Matehuala, S.L.P.

* *Opuntia atrispina* Griffiths. Arbusto suculento. Matorral xerófilo. N de Coah.; S de Tex.

* *Opuntia aureispina* (S. Brack & K.D. Heil) Pinkava & B.D. Parfitt. Arbusto suculento. Matorral xerófilo. Sierra El Carmen, Coah.; Big Bend, Río Bravo y Brewster Co., Tex.

* *Opuntia chaffeyi* Britton & Rose. Arbusto suculento. Matorral halófilo y gipsófilo. Mazapil, Zac.

* *Opuntia chisosensis* (M.S. Anthony) D.J. Ferguson. Arbusto suculento. Matorral xerófilo. N de Coah.; S de Tex.

** *Opuntia engelmannii* Salm-Dyck ex Engelm. subsp. *cuija* Griffiths & Hare. Arbusto suculento. Matorral xerófilo. S de Coah.; Hgo.?; S.L.P.; Zac.

* *Opuntia engelmannii* Salm-Dyck ex Engelm. subsp. *rastrera* (F.A.C. Weber) Pinkava. Arbusto suculento. Matorral xerófilo y pastizal. Coah.; N.L.; S.L.P.; Zac.

* *Opuntia megarhiza* Rose. Arbusto suculento. Matorral xerófilo. S.L.P.

* *Opuntia pailana* Weing. Arbusto suculento. Matorral xerófilo. Sierra La Paila, Coah.

* *Opuntia* x *carstenii* R. Puente & C. Hamann. Arbusto suculento. Matorral xerófilo. Cerca de Saltillo, Coah.

* *Opuntia* x *spinosibacca* M.S. Anthony. Arbusto suculento. Matorral xerófilo. Big Bend, Tex.

* *Opuntia strigil* Engelm. Arbusto suculento. Matorral xerófilo. S de Tex.

* *Pelecyphora aselliformis* Ehrenb. Arbusto suculento. Pastizal. Entre El Huisache y la Cd. de S.L.P.

* *Pelecyphora strobiliformis* Frić & Schelle. Arbusto suculento. Matorral xerófilo. Dr. Arroyo, N.L.; Miquihuana, Tam.

*(***) *Stenocactus boedekerianus (*A. Berger) A.W. Hill. Arbusto suculento. Bosque de pino piñonero. Concepción del Oro, Zac.

* *Stenocactus multicostatus* (Hildm.) A. Berger ex A.W. Hill subsp. *multicostatus*. Arbusto suculento. Matorral xerófilo y pastizal. Bolsón de Mapimí, Chih.; Coah.; Dgo.

*(***) *Stenocactus multicostatus* (Hildm.) A. Berger ex A.W. Hill subsp. *zacatecasensis* (Britton & Rose) U. Guzmán & Vazq.-Ben. Arbusto suculento. Bosque de pino piñonero. Cerca de Cd. de Zac.

* *Thelocactus bicolor* (Galeotti ex Pfeiff.) Britton & Rose subsp. *bolaensis* (Runge) Doweld. Arbusto suculento. Matorral xerófilo. Sierra La Paila y San Pedro de las Colonias, Coah.

* *Thelocactus bicolor* (Galeotti ex Pfeiff.) Britton & Rose subsp. *flavidispinus* (Backeb.) N.P. Taylor. Arbusto suculento. Matorral xerófilo. Brewster Co., Tex.

* *Thelocactus hexaedrophorus* (Lem.) Britton & Rose subsp. *hexaedophorus*. Arbusto suculento. Matorral xerófilo y pastizal. Dr. Arroyo, N.L.; cerca de Matehuala, Minas de San Rafael, La Ventura y El Huisache, S.L.P.; Tula, Tam.

* *Thelocactus hexaedrophorus* (Lem.) Britton & Rose subsp. *lloydii* (Britton & Rose) Kladiwa & Fittkau. Arbusto suculento. Matorral xerófilo y pastizal. Fresnillo, Zac.

* *Thelocactus lausseri* Riha & Busek. Arbusto suculento. Matorral xerófilo. Sierra Las Ovejas, Coah.

* *Thelocactus macdowellii* (Rebut ex Quehl) W.T. Marshall. Arbusto suculento. Matorral xerófilo. Coah.; N.L. (corredor Saltillo-Monterrey).

* *Thelocactus rinconensis* (Poselger) Britton & Rose subsp. *nidulans* (Quehl) Glass. Arbusto suculento. Matorral xerófilo. San Pedro y Saltillo, Coah.; entre Icamole-Monterrey, N.L.

* *Thelocactus rinconensis* (Poselger) Britton & Rose subsp. *phymatothele* (Poselger ex Rumpler) Glass. Arbusto suculento. Matorral xerófilo. Ramos Arizpe y Saltillo, Coah.

* *Thelocactus rinconensis* (Poselger) Britton & Rose. subsp. *rinconensis.* Arbusto suculento. Matorral xerófilo. Arteaga y Saltillo, Coah.; San Felipe y Villa de García, N.L.

Apéndice: Continuación.

* *Thelocactus tulensis* (Poselger) Britton & Rose. Arbusto suculento. Matorral xerófilo y submontano. N de S.L.P.; SO de Tam.
* *Turbinicarpus beguinii* (N.P. Taylor) Mosco & Zanovello subsp. *pailanus* (Halda & Panar.) U. Guzmán. Arbusto suculento. Matorral xerófilo. Sierra La Paila, Coah.
* *Turbinicarpus gielsdorfianus* (Werderm.) John & Riha. Arbusto suculento. Matorral xerófilo. Las Tablas, S.L.P.
* *Turbinicarpus laui* Glass & R.A. Foster. Arbusto suculento. Matorral halófilo y gipsófilo. Los Cerritos, S.L.P.
* *Turbinicarpus lophophoroides* (Werderm.) Buxb. & Backeb. Arbusto suculento. Matorral halófilo y gipsófilo. Las Tablas, S.L.P.
* *Turbinicarpus mandragora* (Frič ex A. Berger) Zimmerman. Arbusto suculento. Matorral xerófilo. Sierra de Parras y Viesca, Coah.
* *Turbinicarpus pseudopectinatus* (Backeb.) Glass & R.A. Foster. Arbusto suculento. Matorral xerófilo. Dr. Arroyo y Galeana, N.L.; Miquihuana, Tam.
* *Turbinicarpus saueri* (Boed.) John & Riha subsp. *knuthianus* (Boed.) Lüthy. Arbusto suculento. Matorral xerófilo y pastizal. Guadalcázar, S.L.P.
* *Turbinicarpus schmiedickeanus* (Boed.) Buxb. & Backeb. subsp. *flaviflorus* (G. Frank & A.B. Lau) Glass & R.A. Foster. Arbusto suculento. Matorral xerófilo. Santa Rita, S.L.P.
* *Turbinicarpus schmiedickeanus* (Boed.) Buxb. & Backeb. subsp. *klinkerianus* (Backeb. & W. Jacobsen) Glass & R.A. Foster. Arbusto suculento. Matorral xerófilo. Huisache, S.L.P.
* *Turbinicarpus schmiedickeanus* (Boed.) Buxb. & Backeb. subsp. *macrochele* (Werderm.) N.P. Taylor. Arbusto suculento. Matorral xerófilo. Dr. Arroyo, N.L.; Matehuala, S.L.P.
* *Turbinicarpus schmiedickeanus* (Boed.) Buxb. & Backeb. subsp. *schmiedickeanus*. Arbusto suculento. Matorral xerófilo. Miquihuana, Tam.
* *Turbinicarpus schmiedickeanus* (Boed.) Buxb. & Backeb. subsp. *schwarzii* (Shurly) N.P. Taylor. Arbusto suculento. Matorral xerófilo. Entre El Huisache y la Cd. de S.L.P.
* *Turbinicarpus subterraneus* (Backeb.) A.D. Zimmerman. Arbusto suculento. Matorral xerófilo. Dr. Arroyo, N.L.
* *Turbinicarpus valdezianus* (Møller) Glass & R.A. Foster. Arbusto suculento. Matorral xerófilo. Saltillo, Coah., Matehuala, S.L.P.; cerca de Cedros, Zac.
* *Turbinicarpus viereckii* (Werderm.) John & Riha subsp. *major* (Glass & R.A. Foster) Glass. Arbusto suculento. Matorral xerófilo. Cerca de Mier y Noriega, N.L.; Presa de Guadalupe y Lázaro Cárdenas, S.L.P.

Campanulaceae (2000/13/2)

*(***) *Lobelia anatina* E. Wimm. var. *riskindii* M.C. Johnst. Hierba perenne. Bosque de coníferas. Sierra El Carmen, Coah.

*(***) *Lobelia henricksonii* M.C. Johnst. Hierba perenne. Matorral submontano. Sierras La Gavia y La Paila, Coah.

Capparaceae (600/8/1)

* *Cleomella longipes* Torr. Hierba anual. Matorral xerófilo. Montañas de Chiricahua, Ariz., Valle San Pablo, Chih.; Montañas de Chisos, Tex.

Caprifoliaceae (500/10/2)

*(***) *Abelia coriacea* Hemsl. var. *coriacea*. Arbusto. Bosque de pino-encino. Sierra San Miguel, S.L.P.

**(***) *Abelia coriacea* Hemsl var. *subcoriacea* Villarreal. Arbusto. Matorral submontano. Sierras La Alcaparra y de Carrasco, Chih.; Sierras de Coah.; Galeana, Guadalupe, San Pedro Garza García, Santiago y Villaldama, N.L.

Caryophyllaceae (1750/44/16)

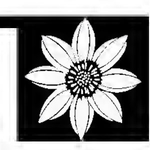
* *Arenaria hintoniorum* B.L. Turner. Hierba perenne. Matorral halófilo y gipsófilo. San Roberto, Galeana, N.L.
* *Arenaria livermorensis* Correll. Hierba perenne. Matorral xerófilo. Montañas de Davis, Tex.
* *Arenaria ludens* Shinners. Hierba anual. Bosque de pino-encino. Sierras El Carmen y Santa Rosa, Coah.; Trans-Pecos, Tex.
* *Drymaria axillaris* Brandegee. Hierba perenne. Matorral halófilo y gipsófilo. Sierra La Paila y Laguna del Rey, Coah.

** *Drymaria barkleyi* Steyerm. & J.A. Duke. Hierba perenne. Matorral xerófilo. Límites entre Coah. y N.L.

* *Drymaria elata* I.M. Johnst. Hierba perenne. Matorral halófilo y gipsófilo. Laguna del Rey, Coah.
* *Drymaria jenniferae* Villarreal & Estrada. Hierba perenne. Matorral halófilo y gipsófilo. Viesca, Coah.
* *Drymaria lyropetala* I.M. Johnst. var. *coahuilana* I.M. Johnst. Hierba perenne. Matorral halófilo y gipsófilo. Aldama, Chih.; C de Coah.; O y C de N.L.
* *Drymaria lyropetala* I.M. Johnst. var. *lyropetala*. Hierba perenne. Matorral halófilo y gipsófilo. C de Chih.; SO de N.L.; N de S.L.P.

** *Drymaria pachyphylla* Woot. & Standl. Hierba anual. Vegetación riparia. SE de Ariz., Sierra Hechiceros, Chih.; Laguna La Leche y Monclova, Coah., Sierra Santa Rita, Dgo.; Mina, N.L.; Doña Ana Co., N.M.; Trans-Pecos, Tex.

* *Drymaria polycarpoides* A. Gray. Hierba perenne. Matorral halófilo y gipsófilo. Bolsón de Mapimi, Chih.; Cuatro Ciénegas y Viesca, Coah.; Bolsón de Mapimí, Dgo.; Mazapil, Zac.
* *Drymaria pratheri* B.L. Turner. Hierba perenne. Matorral gipsófilo. NO de N.L.
* *Drymaria subumbellata* I.M. Johnst. Hierba perenne. Matorral xerófilo. Sierra La Paila y Laguna del Rey, Coah.
* *Drymaria suffruticosa* A. Gray ex. S. Watson. Hierba perenne. Matorral xerófilo. San Lorenzo de Laguna, Coah.



Apéndice: Continuación.

* *Paronychia albomarginata* Core. Hierba perenne. Matorral xerófilo. Coah.; N.L. (corredor Saltillo-Monterrey).

* *Paronychia wilkinsonii* S. Watson. Hierba perenne. Matorral xerófilo. Sierra Hechiceros, Chih.; Sierra Hechiceros y del Pino, Coah.; Brewster Co., Tex.

Celastraceae (500/10/2)

* *Canotia wendtii* M.C. Johnst. Arbusto. Matorral xerófilo. Rancho Boquillas, Chih.

*(***) *Mortonia latisepala* I.M. Johnst. Arbusto. Matorral submontano. Cerca de Torreón y Sierra La Gavia, Coah.

Chenopodiaceae (1500/52/10)

* *Atriplex abata* I.M. Johnst. Hierba perenne. Matorral halófilo y gipsófilo. La Ventura, Coah.; Sierra San Miguel, S.L.P.

* *Atriplex acanthocarpa* (Torr.) S. Watson. subsp. *coahuilensis* Henrickson. Hierba perenne. Matorral halófilo y gipsófilo. Cuatro Ciénegas, Viesca y Saltillo, Coah.; Río Grande, Tex.; Concepción del Oro, Zac.

* *Atriplex acanthocarpa* (Torr.) S. Watson subsp. *stewartii* (I.M. Johnst.) Henrickson. Hierba perenne. Matorral halófilo y gipsófilo. Bolsón de Mapimí, Chih.; Sierra Las Delicias, Cuatro Ciénegas, Lagunas del Rey y del Guaje, Coah.

* *Atriplex prosopidium* I.M. Johnst. Arbusto. Matorral halófilo y gipsófilo. Cuatro Ciénegas, Monclova y Laguna del Rey, Coah.

** *Atriplex reptans* I.M. Johnst. Hierba perenne. Matorral halófilo y gipsófilo. Laguna del Jaco, Coah.; Galeana y San Roberto, N.L.

* *Atriplex monilifera* S. Watson. Hierba anual. Matorral halófilo y gipsófilo. Laguna de Mayran y Viesca, Coah.

** *Dysphania stellata* (S.Watson) Mosyakin & Clemants. Hierba anual. Matorral halófilo y gipsófilo. Cuatro Ciénegas, Monclova, Lagunas del Jaco y del Rey, Coah.

** *Suaeda jacoensis* I.M. Johnst. Hierba perenne. Matorral halófilo y gipsófilo. Laguna de Jaco, O y C de Coah.; SO de N.L.; Lagunilla de Salinas, C de S.L.P.

** *Suaeda llanoensis* Henrickson. Hierba perenne. Matorral halófilo y gipsófilo. San Roberto, San José de Raices, N.L.; Lagunilla de Salinas, C de S.L.P.

* *Suaeda palmeri* (Standl.) Standl. Arbusto. Matorral halófilo y gipsófilo. Sierra de Parras, Cuatro Ciénegas, Monclova, Laguna de Mayrán y Viesca, Coah.; Galeana, N.L.; Concepción del Oro, Zac.

Cistaceae (200/3/1)

*(***) *Lechea mensalis* Hodgdon. Hierba perenne. Bosque de pino-encino. Sierra El Carmen, Coah.; Montañas de Chisos y Brewster Co., Tex.

Convolvulaceae (1500/38/4)

* *Bonamia multicaulis* (Brandegee) House. Subarbusto. Matorral xerófilo. Bolsón de Mapimí, Chih.; Bolsón de Mapimí y Laguna del Rey, Coah.; Sierra El Rosario y Cuencamé, Dgo.

* *Bonamia ovalifolia* (Torr.) Hallier f. Hierba perenne. Vegetación riparia. Río Grande, Tex.

* *Ipomoea zimmermanii* J.A. McDonald. Hierba perenne. Matorral xerófilo y submontano. Sierra La Paila, Coah.

* *Petrogenia repens* I.M. Johnst. Hierba perenne. Matorral xerófilo. Sierras Santa Eulalia y San Carlos, Chih.; Sierras Las Cruces y Hechiceros, Coah.; Minas de San Rafael, S.L.P.; Trans-Pecos, Tex.

Crassulaceae (1500/32/3)

* *Echeveria turgida* Rose. Hierba perenne. Matorral xerófilo. Sierra Las Delicias y Viesca, Coah.

*(***) *Lenophyllum weinbergii* Britton. Hierba perenne. Matorral submontano. Sierra La Paila, Coah.

* *Sedum parvum* Hemsl. subsp. *dendroides* R.T. Clausen. Subarbusto. Matorral xerófilo. Sierra Catorce, S.L.P.

Cuscutaceae (170/15/1)

* *Cuscuta decipiens* Yunck. Parásita. Matorral xerófilo. Brewster Co., Tex.; Hacienda de Cedros, Zac.

Ericaceae (3000/6/1)

*(***) *Comarostaphylis polifolia* (Kunth) Zucc. ex Klotzsch subsp. *coahuilensis* Henrickson. Arbusto. Matorral submontano y bosque de pino-encino. Sierra Almagre, Chih.; Sierras La Paila, La Madera y de Parras, Coah.

Euphorbiaceae (7000/102/21)

* *Cnidoscolus shrevei* I.M. Johnst. Arbusto. Matorral xerófilo. Sierra Jimulco, Coah.; Sierra El Rosario, Dgo.

** *Croton sancti-lazari* Croizat. Arbusto. Matorral xerófilo. Sierra del Diablo, Chih.; Sierras Almagre, La Gavia, Jimulco y Castaños, Coah.; Sierra El Rosario, Dgo.; Big Bend, Tex.

* *Euphorbia correllii* M.C. Johnst. Hierba perenne. Matorral gipsófilo. Entronque a Galeana, N.L.

* *Euphorbia crepitata* L.C. Wheeler var. *crepitata.* Hierba perenne. Matorral halófilo y gipsófilo. Cuatro Ciénegas, Coah.

* *Euphorbia crepitata* L.C. Wheeler var. *longa* M.C. Johnst. Hierba perenne. Matorral halófilo y gipsófilo. Cerca del Puerto Ventanillas, Coah.

* *Euphorbia cressoides* M.C. Johnst. Hierba perenne. Bosque de pino piñonero. Sierra Jimulco, Coah.

**(***) *Euphorbia exstipulata* Engelm. Hierba anual. Matorral submontano. Laguna Las Palomas, Chih.; SO de California, Cuencamé, Dgo.; Brewster y Presidio Cos., Tex.

* *Euphorbia fruticulosa* Engelm. ex Boiss. var. *fruticulosa.* Hierba perenne. Matorral halófilo y gipsófilo. Cuatro Ciénegas y SO de la cuenca Las Delicias, Coah.; Río Nazas, Dgo.; Galeana, N.L.

* *Euphorbia fruticulosa* Engelm. ex Boiss. var. *hirtella* M.C. Johnst. Hierba perenne. Matorral halófilo y gipsófilo. E del Coyote, Coah.

Apéndice: Continuación.

**(***) *Euphorbia furcillata* Kunth var. *ribana* M.C. Johnst. Hierba perenne. Matorral submontano. Cerca de Saltillo, Coah.; cerca del Rancho Zaragoza, N.L.; Sierra El Astillero; Concepción del Oro, Zac.

* *Euphorbia henricksonii* M.C. Johnst. Hierba anual. Matorral xerófilo. Bajío El Gringo, Chih.

*(***) *Euphorbia ivanjohnstonii* M.C. Johnst. Hierba perenne. Matorral submontano. Sierra del Pino, Coah.

* *Euphorbia neilmuellerii* M.C. Johnst. Hierba perenne. Matorral gipsófilo. San Roberto y S de N.L.

* *Euphorbia perennans* (Shinners) Warnock & M.C. Johnst. Hierba perenne. Matorral xerófilo. Mesa de Anguila al S del Rio Grande, Chih.; Brewster y Presidio Cos., Tex.

*(***) *Euphorbia pinkavana* M.C. Johnst. Hierba perenne. Bosque de pino piñonero. Sierra La Madera, Coah.

* *Euphorbia theriaca* L.C. Wheeler var. *spurca* M.C. Johnst. Hierba anual. Matorral xerófilo. Laguna Las Palomas y Guadalupe Victoria, Chih.; Bolsón de Lipanes, Coah.; Big Bend, Tex.

* *Euphorbia theriaca* L.C. Wheeler var. *theriaca*. Hierba anual. Matorral xerófilo. Río Grande, Coah.; Presidio Co., Tex.

* *Euphorbia simulans* (L.C. Wheeler) Warnock & M.C. Johnst. Hierba perenne. Matorral xerófilo. Sierra Santa Elena, Chih.; Montañas de Chisos, Big Bend, Brewster y Presidio Cos., Tex.

* *Phyllanthopsis arida* (Warnock & M.C. Johnst.) Voronts. & Petra Hoffm. Arbusto. Matorral xerófilo. Sierra del Roque, Chih.; Picacho de San José, Coah.; Brewster y Presidio Cos., Tex.

* *Phyllanthus ericoides* Torr. Hierba perenne. Vegetación riparia. Río Grande, Chih.; Brewster Co., Tex.

*(***) *Phyllanthus fraguensis* M.C. Johnst. Arbusto. Bosque de pino piñonero. Sierra La Fragua, Coah.

Fabaceae (18000/286/28)

* *Acacia angustissima* (Mill.) Kuntze var. *chisosiana* Isely. Arbusto. Matorral xerófilo. Sierras del Diablo y Hechiceros, Chih.; Sierra Carneros, Coah.; Bolsón de Mapimí, Dgo.; Trans-Pecos, Tex.

* *Acacia glandulifera* S. Watson. Arbusto. Matorral xerófilo y bosque de pino piñonero. Sierra del Diablo y Coyame, Chih.; Sierras del Pino, de Parras, Carneros y Jimulco, Coah.; Sierra El Rosario, Dgo.; San Rafael, N.L.; Concepción del Oro, Zac.

* *Acacia schottii* Torr. Arbusto. Matorral xerófilo. Brewster Co., Tex.

*(***) *Astragalus carminis* Barneby. Hierba perenne. Bosque de pino-encino. Sierra Almagre, Chih.; Sierras La Madera, La Encantada, El Carmen, del Pino y Santa Rosa, Coah.

* *Astragalus emoryanus* (Rydb.) Cory. var. *terlinguensis* (Cory) Barneby. Hierba perenne. Matorral xerófilo. Ocampo, Coah., Trans-Pecos, Tex.

* *Astragalus mollissimus* Torr. var. *marcidus* (Rydb.) B.L. Turner. Hierba perenne. Matorral xerófilo. Montañas de Chinati y Davis, Tex.

* *Astragalus pomphocalyx* Villarreal & Carranza. Hierba perenne. Matorral xerófilo. Ramos Arizpe, Coah.

*(***) *Astragalus rupertii* Villarreal & Carranza. Hierba perenne. Matorral submontano. Estación Vega Saltillo, Coah.

** *Brongniartia minutifolia* S. Watson. Arbusto. Matorral xerófilo. Mata Ortiz y Rosales, Chih.; Montañas de Chisos, Big Bend y Brewster Co., Tex.

* *Caesalpinia parryi* (Fisher) Eifert. Arbusto. Matorral xerófilo. Sierra Jimulco y Saltillo, Coah.; Brewster, Pecos y Presidio Cos., Tex.; Sierra del Yeso, Zac.

* *Coursetia insomniifolia* Lavin. Arbusto. Matorral xerófilo. Puerto Ventanillas, Coah.

*(***) *Dalea bartonii* Barneby. Hierba perenne. Bosque de pino piñonero. San Francisco Creek y Brewster Co., Tex.

** *Dalea capitata* S. Watson. Arbusto. Matorral xerófilo. Sierra de Parras, Ramos Arizpe y Saltillo, Coah.; Cuencamé, Dgo.; Rancho El Aguililla y San Roberto, N.L.; Matehuala, S.L.P.; N de Zac.

* *Dalea eriophylla* S. Watson. var. *frankenioides* Barneby. Arbusto. Matorral xerófilo. Sierra Catorce, S.L.P.

* *Dalea janosensis* A.E. Estrada & Villarreal. Hierba perenne. Matorral xerófilo, bosque de pino-encino y pastizal. Janos y Rancho Las Arenillas, Chih.

* *Dalea melantha* S. Schauer var. *pubens* Barneby. Hierba perenne. Matorral xerófilo. Sierra Jimulco, Coah.

* *Dalea neo-mexicana* (A. Gray) Cory. var. *megaladenia* Barneby. Hierba perenne. Matorral xerófilo. Cerca de Cd. de Chih.; Sierras Santa Rosa y El Carmen, Coah.; Cuencamé, Dgo.; Big Bend, Tex.

* *Dermatophyllum purpusii* (Brandegee) Vincent. Arbusto. Matorral xerófilo. Sierra de Parras, Coah.

* *Eysenhardtia parvifolia* Brandegee. Arbusto. Matorral xerófilo. Sierras La Paila y de Parras, Coah.; El Huisache, Cerro Calvo y Guadalcázar, S.L.P.; Miquihuana, Tam.

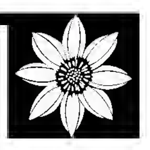
** *Genistidium dumosum* I.M. Johnst. Arbusto. Matorral xerófilo. Sierras Los Alamos, Las Cruces y Rancho Puerto Colorado, Coah.; Aramberri, N.L.; Brewster Co., Tex.

* *Mimosa setuliseta* Villarreal. Arbusto. Matorral xerófilo. Cerro San Ignacio y Sierra El Rosario, Dgo.; Paso del Aguila, S.L.P.; Tula, Tam.

**(***) *Nissolia platycalyx* S. Watson. Hierba perenne. Matorral submontano. Sierra de Parras, Cuatro Ciénegas, Arteaga, Múzquiz, Ramos Arizpe y Torreón, Coah.; Galeana, N.L., Montañas de Chisos, Tex.; Concepción del Oro, Zac.

**(***) *Phaseolus plagiocylix* Harms. Hierba perenne. Matorral submontano. Sierra La Paila, Coah.; Cerro del Obispado, N.L.

* *Pomaria fruticosa* (S. Watson) B.B. Simpson. Arbusto. Matorral xerófilo. Sierras Las Delicias y Jimulco, Coah.; Sierra El Rosario, Dgo.



Apéndice: Continuación.

* *Senna monozyx* (H.S. Irwin & Barneby) H.S. Irwin & Barneby. Arbusto. Matorral xerófilo. Sierras La Madera, La Paila y Mojada, Coah.

* *Senna pilosior* (B.L. Rob ex J.F. Macbr.) H.S. Irwin & Barneby. Hierba anual. Matorral xerófilo. Bolsón de Mapimí, Chih.; Sierra de Parras, Coah., Bolsón de Mapimí, Dgo.; Big Bend, Tex.

* *Senna ripleyana* (H.S. Irwin & Barneby) H.S. Irwin & Barneby. Hierba perenne. Matorral xerófilo y pastizal. Bolsón de Mapimí, Jiménez y Rancho La Gloria, Chih.; Brewster y Trans-Pecos Co., Tex.; Cedros, Zac.

* *Sophora arizonica* S. Watson var. *gypsophila* B.L. (Turner & A.M. Powell) Henrickson. Arbusto. Matorral halófilo y gipsófilo. Coyame y Ojinaga, Chih.; Montañas de Guadalupe y Culberson Co., Tex.

Fagaceae (900/40/10)

*(***) *Quercus carmenensis* C.H. Mull. Arbusto. Bosque de encino. Sierra El Carmen, Coah.; Brewster Co., Tex.

*(***) *Quercus coahuilensis* Nixon & C.H. Mull. Arbusto. Matorral submontano. Sierra del Diablo, Chih.; Sierras La Concordia, La Madera, del Pino y Jimulco, Coah.

* *Quercus deliquescens* C.H. Mull. Arbusto. Matorral xerófilo y submontano. Valle del Río Concho y Río Grande, Chih.

**(***) *Quercus gravesii* Sudw. Árbol. Bosque de encino. Sierras La Gavia, La Paila, El Carmen y La Madera, Coah.; Trans-Pecos, Tex.

*(***) *Quercus hinckleyi* C.H. Mull. Arbusto. Matorral submontano. Shafter y Presidio Co., Tex.

**(***) *Quercus invaginata* Trel. Arbusto a árbol. Matorral submontano y bosque de encino. Sierras LaGavia, La Gloria, La Paila y Pájaros Azules, Coah.; Aramberri y Galeana, N.L.

*(***) *Quercus pungens* Liebm. var. *pungens*. Árbol. Matorral submontano. Sierras del Diablo, Santa Eulalia, Rancho Madera y Almagre, Chih.; Sierra Mojada, Coah.; Montañas de Franklin, Tex.

*(***) *Quercus robusta* C.H. Mull. Árbol. Bosque de pino-encino. Montañas de Chisos, Tex.

*(***) *Quercus saltillensis* Trel. Árbol. Bosque de encino. Sierras La Concordia, La Paila, de Parras y Zapalinamé, Coah.; Galeana, N.L.

*(***) *Quercus tinkhamii* C.H. Mull. Arbusto. Matorral submontano. Dr. Arroyo, N.L.; La Joya al NE de Ventura, S.L.P.

Fouquieriaceae (11/2/1)

* *Fouquieria shrevei* I.M. Johnst. Arbusto. Matorral halófilo y gipsófilo. Bolsón de Mapimí y Cuatro Ciénegas, Coah.

Gentianaceae (1000/10/3)

* *Eustoma barkleyi* Standl. ex Shinner. Hierba perenne. Vegetación riparia. Ojo Caliente, Coah.; Mina, N.L.

* *Sabatia tuberculata* J.E. Williams. Hierba anual. Matorral halófilo y gipsófilo. Cuatro Ciénegas, Coah.

** *Zeltnera maryanniana* (B.L. Turner) G. Mans. Hierba anual. Matorral halófilo y gipsófilo. Chaves y Eddy Co., N.M.; Culberson Co., Tex.

Lamiaceae (3500/97/25)

*(***) *Agastache cana* (Hook.) Wooton & Standl. Hierba perenne. Matorral submontano. HuecoTanks, Montañas de Franklin y Río Grande, Tex.

*(***) *Clinopodium maderense* (Henrickson) Govaerts. Hierba perenne. Bosque de coníferas. Sierra La Madera, Coah.

*(***) *Hedeoma chihuahuensis* (Henrickson) B.L. Turner. Hierba perenne. Matorral submontano. Sierra Hechiceros, Chih.; Sierra Hechiceros, Coah.

*(***) *Hedeoma irvingii* B.L. Turner. Arbusto. Matorral submontano. Saltillo, Coah.

*(***) *Hedeoma johnstonii* R.S. Irving. Hierba perenne. Matorral submontano y bosque de encino. Sierra El Carmen, Coah.

*(***) *Hedeoma mollis* Torr. Hierba perenne. Matorral submontano. Montañas de Chinati, Davis y Tierra Vieja, Tex.

*(***) *Hedeoma montana* Brandegee. Arbusto. Matorral submontano. Sierras La Paila, La Fragua, Los Órganos y Remedios, Coah.

*(***) *Hedeoma patrina* W.S. Stewart. Hierba perenne. Matorral submontano y bosque de pino piñonero. Sierra del Diablo, Chih.; Sierras Mojada, Las Cruces, La Madera, de Parras, Coah.; Concepción del Oro, Zac.

*(***) *Hedeoma pilosa* R.S. Irving. Hierba perenne. Matorral submontano y bosque de pino-encino. Montañas de Baldy Peak, Vidrio y Brewster Co., Tex.

**(***) *Poliomintha dendritica* B.L. Turner. Arbusto. Matorral submontano. Sierra San Marcos, Coah.; Sierra Lampazos, N.L.

*(***) *Poliomintha maderensis* Henrickson. Arbusto. Bosque de coníferas. Sierra La Madera, Coah.

** *Salvia chionophylla* Fernald. Hierba perenne. Matorral halófilo y gipsófilo. SO de Saltillo, Coah.

* *Salvia coahuilensis* Fernald. Hierba perenne. Matorral xerófilo. Sierras LaGavia, de Parras y San Marcos, Coah.; Galeana, N.L.

* *Salvia jessicae* B.L. Turner. Arbusto. Matorral halófilo y gipsófilo. N de San Pedro de las Colonias, Coah.

*(***) *Salvia lanicalyx* Epling. Hierba perenne. Matorral submontano. Sierra de Parras, Coah.

** *Salvia lycioides* A. Gray. Arbusto. Matorrales xerófilo, halófilo, gipsófilo y submontano. Chih.; Coah.; Dgo.; N.L.; N.M.; S.L.P.; Tex.

*(***) *Salvia monclovensis* Fernald. Hierba perenne. Bosque de pino-encino. Sierras La Madera, La Gavia y La Gloria, Coah.

*(***) *Salvia pennellii* Epling. Hierba perenne. Matorral submontano y bosque de encino. Sierra Catorce, S.L.P.

Apéndice: Continuación.

*(***) *Salvia pseudopallida* Epling. Hierba perenne. Bosque de coníferas. Sierra La Madera, Coah.

*(***) *Salvia purpusii* Brandegee. Arbusto. Matorral submontano. Sierra Zapatero, Coah.

*(***) *Salvia vinacea* Woot. & Standl. Arbusto. Matorral submontano. Sierra Bismarck, Chih., Montañas de Florida, N.M.; Montañas de Franklin, Tex.

*(***) *Scutellaria carmenensis* Henrickson. Hierba perenne. Bosque de pino-encino. Sierra El Carmen, Coah.

*(***) *Scutellaria laevis* Shinners. Hierba perenne. Matorral submontano y bosque de pino-encino. Sierra del Diablo, Chih.; Cañon Victorio y Trans-Pecos, Tex.

*(***) *Scutellaria wendtii* Henrickson. Arbusto. Matorral submontano. Sierra El Morrión, Chih.

* *Trichostema mexicanum* Epling. Subarbusto. Matorral xerófilo. Sierra La Gavia, Coah.; Guadalcázar, S.L.P.; Concepción del Oro, Zac.

Linaceae (220/13/3)

* *Linum allredii* Sivinski & M.O. Howard. Hierba perenne. Matorral halófilo y gipsófilo. Eddy Co., N.M.; Montañas de Guadalupe, Río Pecos y Culberson Co., Tex.

** *Linum flagellare* (Small) H.J.P. Winkl. Hierba perenne. Matorral xerófilo. Sierras Las Delicias y de Parras, Coah.; La Zarca, Dgo.; Hacienda de Cedros, Zac.

* *Linum vernale* Wooton. Hierba anual. Matorral xerófilo. Sierra del Diablo, Chih.; Sierra del Pino, Coah.; y Trans-Pecos, Tex.

Loasaceae (200/22/5)

*(***) *Eucnide durangensis* H.J. Thomps. & A.M. Powell. Hierba perenne. Matorral submontano. Sierra Jimulco, Coah.; Sierra El Rosario, Dgo.

*(***) *Eucnide xylinea* C.H. Mull. Hierba perenne. Matorral submontano y bosque de pino. Sierras Mojada y La Madera, Coah.; Miquihuana, Tam.

* *Mentzelia humilis* (Urb. & Gilg) J. Darl. var. *guadalupensis* Spellenb. Hierba perenne. Matorral gipsófilo. Otero Co., N.M.

* *Mentzelia saxicola* H.J. Thomps. & Zavort. Hierba perenne. Matorral xerófilo. Camino al Rancho San José del Progreso, Chih.; Sierra de Parras y General Cépeda, Coah.; El Paso, Tex.

* *Petalonyx crenatus* A. Gray ex S. Watson. Arbusto. Matorral halófilo y gipsófilo. Cuatro Ciénegas, Coah.

Lythraceae (575/7/1)

* *Nesaea longipes* A. Gray. Hierba perenne. Vegetación riparia. Cerca de Múzquiz y Monclova, Coah.; cerca de las Montañas de Chisos, Río Grande, Zacate Creek y Kinney Cos., Tex.

Malpighiaceae (1000/8/1)

* *Echinopterys setosa* Brandegee. Arbusto. Matorral xerófilo y submontano. Sierras La Madera y La Paila, Coah.

Malvaceae (1000/57/7)

* *Abutilon coahuilae* Kearney. Subarbusto. Matorral xerófilo. Sierras La Paila, de Parras y Cuatro Ciénegas, Coah.

* *Allowissadula chiangii* M.C. Johnst. Subarbusto. Matorral xerófilo. Sierra Los Órganos, Chih.; cerca del Cubo, S.L.P.

*(***) *Batesimalva lobata* Villarreal & Fryxell. Hierba perenne. Matorral submontano. Sierra Jimulco, Coah.; Sierra El Rosario, Dgo.

** *Fryxellia pygmaea* (Correll) Bates. Hierba perenne. Matorral xerófilo. C y E de Coah.; S de Tex.

** *Sida longipes* A. Gray. Hierba perenne. Matorral halófilo y gipsófilo. Cuatro Ciénegas, Coah.; Winkler Co., Tex.

* *Sphaeralcea endlichii* Ulbr. Subarbusto. Matorral xerófilo. Sierra del Diablo, Chih.; Sierras La Paila, de Parras y Viesca, Coah.; Cuencamé, Dgo.; Mina, N.L.; Concepción del Oro, Zac.

* *Sphaeralcea reflexa* Fryxell, Valdés-Reyna & Villarreal. Hierba perenne. Matorral xerófilo. Sierra Jimulco, Coah.; Sierra El Rosario, Dgo.

Martyniaceae (20/5/1)

* *Proboscidea spicata* Correll. Hierba anual. Matorral xerófilo. Sierra El Carmen, Coah.; Trans-Pecos, Tex.

Nyctaginaceae (290/52/11)

** *Acleisanthes chenopodioides* (A. Gray) R.A. Levin. Hierba perenne. Matorral xerófilo. SE Ariz.; S y C de Chih.; O de Tex.

* *Acleisanthes palmeri* (Hemsl.) R.A. Levin. Arbusto. Matorral halófilo y gipsófilo. Sierra Solis, Laguna de Mayrán y Torreón, Coah.

* *Acleisanthes parvifolia* (Torr.) R.A. Levin. Subarbusto. Matorral xerófilo. Sierra Santa Elena, Chih.; Brewster y Presidio Cos., Tex.

** *Acleisanthes purpusiana* (Heimerl) R.A. Levin var. *purpusiana*. Arbusto. Matorral gipsófilo. Laguna del Rey, Cuatro Ciénegas, E y C de Coah.

** *Acleisanthes wrightii* (A. Gray) Benth. & Hook. f. ex Hemsl. Hierba perenne. Pastizal. Val Verde y Reeves Cos., Tex.

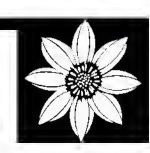
* *Anulocaulis eriosolenus* (A. Gray) Standl. Hierba perenne. Matorral xerófilo y gipsófilo. Big Bend, Tex.; N y C de Coah.

* *Anulocaulis leiosolenus* (Torr.) Standl. var. *gypsogenus* (Waterf.) Spellenb. & T. Wootten Hierba perenne. Matorral gipsófilo. Chaves Co., N.M.; Culberson y Reeves Cos., Tex.

** *Anulocaulis leiosolenus* (Torr.) Standl. var. *howardii* Spellenb. & T. Wootten. Hierba perenne. Matorral gipsófilo. Guadalupe Mountains, S y C de N.M.

* *Anulocaulis leiosolenus* (Torr.) Standl. var. *lasianthus* I.M. Johnst. Hierba perenne. Matorral xerófilo. N de Chih.; Brewster y Presidio Cos., Tex.

* *Anulocaulis hintoniorum* B.L. Turner. Hierba perenne. Matorral xerófilo, halófilo y gipsófilo. Sierra de Parras, Coah.



Apéndice: Continuación.

* *Anulocaulis reflexus* I.M. Johnst. Hierba perenne. Matorral halófilo y gipsófilo. NE de Jumiles, Chih.; Presidio y Jeff Davis Cos., Tex.

Oleaceae (600/20/1)

* *Menodora hintoniorum* B.L. Turner. Hierba perenne. Matorral xerófilo, halófilo y gipsófilo. Valle de Navidad, Galeana, N.L.

Onagraceae (650/46/1)

* *Gaura macrocarpa* Rothr. Hierba perenne. Vegetación riparia. Cerro del Gallego, Chih.; Brewster, Jeff Davis y Presidio Cos., Tex.

Orobanchaceae (2200/20/5)

** *Aureolaria greggii* (S. Watson) Pennell. Subarbusto. Matorral xerófilo. S de Coah.; Sierra El Rosario y Cuencamé, Dgo.; Aramberri, Dr. Arroyo y Galeana, N.L.; Guadalcázar, S.L.P.; Concepción del Oro y Mazapil, Zac.

*(***) *Castilleja wootonii* Standl. Hierba perenne. Bosque de pino-encino. Montañas de Davis, Tex.

*(***) *Seymeria coahuilana* (Pennell) Standl. Hierba anual. Matorral submontano. Sierra La Gloria, Coah.

*(***) *Seymeria falcata* B.L. Turner var. *falcata*. Hierba anual. Matorral submontano. Sierras La Fragua, El Carmen y del Pino, Coah.

*(***) *Seymeria falcata* B.L. Turner var. *uncinata* B.L. Turner. Hierba anual. Matorral submontano. Sierras del Diablo y Chupaderos, Chih.; Sierras La Madera y Mojada, Coah.

*(***) *Seymeria pailana* B.L. Turner. Hierba anual. Matorral submontano y bosque de encino. Sierras La Paila y La Gavia, Coah.

Papaveraceae (250/15/4)

** *Argemone brevicornuta* G.B. Ownbey. Hierba perenne. Matorral xerófilo. Cerca de Meoquí, Chih.

** *Argemone chisosensis* G.B. Ownbey. Hierba perenne. Matorral xerófilo. Bolsón de Mapimí, Chih.; Sierras Mojada, Las Cruces, Cuatro Ciénegas, Arteaga y Múzquiz, Coah.; Cuencamé, Dgo.; Trans-Pecos, Tex.

* *Argemone fruticosa* Thurber ex A. Gray. Hierba perenne. Matorral xerófilo. Sierras de Parras, El Venado y Torreón, Coah.

* *Argemone turnerae* A.M. Powell var. *ownbeyana* (M.C. Johnst.) Schwarzbach. Hierba perenne. Matorral halófilo y gipsófilo. Ojinaga, Chih.

* *Argemone turnerae* A.M. Powell. var. *turnerae*. Hierba perenne. Vegetación riparia. Cerca de la Presa del Granero, O del Río Conchos, Chih.

Plantaginaceae (1000/24/6)

* *Mabrya coccinea* (I.M. Johnst.) Elisens. Hierba perenne. Matorral xerófilo. Sierra Las Delicias, Coah.

* *Mabrya erecta* (Hemsl.) Elisens. Hierba perenne. Matorral halófilo, gipsófilo y submontano. Sierra del Diablo, Chih.; Sierras Solis, La Madera, Las Delicias, de Parras y Viesca, Coah.; Sierra Misericordia, Cerro La Bufa y San Ignacio, Dgo.; Mina, N.L.

* *Maurandya antirrhiniflora* Humb. & Bonpl. ex Willd. subsp. *hederifolia*. (Rothm.) Elisens. Hierba perenne. Matorral halófilo y gipsófilo. Sierra de Parras, General Cepeda y Ramos Arizpe, Coah.; Dr. Arroyo, Galeana y Mina, N.L.

*(***) *Penstemon henricksonii* Straw. Hierba perenne. Bosque de pino-encino. Sierra La Madera, Coah.

*(***) *Penstemon punctatus* Brandegee. Arbusto. Matorral submontano y bosque de pino-encino. Sierra La Paila, Coah.

* *Stemodia coahuilensis* (Henrickson) B.L. Turner. Hierba anual. Matorral xerófilo. Sierra del Diablo, Chih.; Coah.; Sierra El Rosario, Dgo.; Concepción del Oro, Zac.

Polemoniaceae (300/30/2)

* *Giliastrum purpusii* (Brandegee) J.M. Porter. Hierba perenne. Matorral xerófilo. Matamoros y Viesca, Coah.

*(***) *Ipomopsis wendtii* Henrickson. Hierba perenne. Bosque de pino-encino. Sierra El Carmen, Coah.

Polygalaceae (800/24/7)

* *Polygala maravillasensis* Correll. Hierba perenne. Matorral xerófilo. Sierra Hechiceros, Chih.; Sierras El Carmen y Santa Rosa, Cañón del Río Bravo, Coah.; Maravillas Creek y Brewster Co., Tex.

* *Polygala nudata* Brandegee. Hierba perenne. Matorral xerófilo y submontano y bosque de pino piñonero. Sierra del Diablo, Chih.; Sierra La Paila y Torreón, Coah.; Galeana, N.L.; S de Trans-Pecos, Tex.

*(***) *Polygala parrasana* Brandegee. Hierba perenne. Matorral submontano. Sierras La Paila, de Parras, Jimulco y Mojada, Coah.

*(***) *Polygala rimulicola* Steyerm. var. *mescalerorum* T. Wendt & Todsen. Hierba perenne. Matorral submontano. Montañas de San Andres y Doña Ana Co., N.M.

** *Polygala semialata* S. Watson. Hierba perenne. Matorral xerófilo, submontano y pastizal. Sierra Hechiceros, Chih.; Cuatro Ciénegas, Coah.; Sierra El Rosario y Cuencamé, Dgo.; Monterrey, N.L.; Las Charcas, S.L.P.; Concepción del Oro, Zac.

*(***) *Polygala viridis* S. Watson. Hierba perenne. Matorral submontano y bosque de encino. Sierras La Gloria y del Pino, Coah.

** *Polygala watsonii* Chodat. Hierba perenne. Matorral xerófilo y submontano. Sierra Santa Eulalia, Chih.; Cuatro Ciénegas y Ramos Arizpe, Coah.; Sierra El Rosario, Dgo.; Aramberri, Dr. Arroyo y Santa Rosa, N.L.; Sierra Catorce, S.L.P.; Miquihuana, Tam.; Montañas de Vidrio, Tex.; Concepción del Oro, Zac.

Apéndice: Continuación.

Polygonaceae (800/40/14)

** *Eriogonum abertianum* Torr. var. *cyclosepalum* (Greene) Fosberg. Hierba anual. Matorral xerófilo, bosques de coníferas y encino y pastizal. Ariz.; Chih.; Coah.; N.M.; S.L.P.; Tex.

*(***) *Eriogonum atrorubens* Engelm. var. *rupestre* (S. Stokes) W.J. Hess & Reveal. Hierba perenne. Bosque de pino-encino y pastizal. Sierra Santa Elena, Chih.

** *Eriogonum ciliatum* Torr. ex. Benth. Hierba perenne. Matorral xerófilo, bosques de pino-encino, pino piñonero y juníperos. Buena Vista y Saltillo, Coah.; La Ascensión, N.L., Charcas, S.L.P.; SE de Bustamante, Tam.

* *Eriogonum clivosum* W.J. Hess & Reveal. Hierba perenne. Matorral xerófilo, halófilo y gipsófilo. Cerca de Salinas del Peñón, S.L.P.; O del Tecomate, Zac.

* *Eriogonum fimbriatum* W.J. Hess & Reveal. Hierba perenne. Matorral halófilo y gipsófilo. San Roberto, N.L.

* *Eriogonum gypsophilum* Wooton & Standl. Hierba perenne. Matorral halófilo y gipsófilo. Seven Rivers Hills, Lakewood y Eddy Cos., N.M.

**(***) *Eriogonum havardii* S. Watson. Hierba perenne. Matorral xerófilo, bosque de juníperos y pastizal. Eddy, Chaves, Otero y Socorro Cos., N.M.; Brewster, Culberson, El Paso, Hudspeth, Trans-Pecos, Presidio y Val Verde Cos., Tex.

*(***) *Eriogonum hemipterum* (Torr. & A. Gray) S. Stokes var. *griseum* I.M. Johnst. Hierba perenne. Bosque de pino-encino. Sierra del Diablo, Chih.; Sierra del Pino, Coah.

*(***) *Eriogonum hemipterum* (Torr. & A. Gray) S. Stokes var. *hemipterum*. Hierba perenne. Bosque de pino-encino. Sierras El Carmen y Santa Rosa, Coah.; Montañas de Chisos, Tex.

* *Eriogonum henricksonii* Reveal. Hierba perenne. Matorral xerófilo. Sierra Las Delicias, Coah.

** *Eriogonum jamesii* Benth. var. *undulatum* (Benth.) S. Stokes ex M.E. Jones. Hierba perenne. Matorral xerófilo y bosque de pino-encino. Cochise Co. y Montañas de Chiricahua, Ariz.; Chaves Co., N.M.; Trans-Pecos, Tex.

* *Eriogonum suffruticosum* S. Watson. Hierba perenne. Matorral xerófilo. Graham Co., Ariz.; Jeff Davis y Brewster Cos., Tex.

* *Eriogonum turneri* Reveal. Hierba perenne. Matorral halófilo y gipsófilo. San Roberto y El Refugio, N.L.

* *Eriogonum viscanum* W.J. Hess & Reveal. Hierba perenne. Matorral xerófilo. Cedral, S.L.P.; Concepción del Oro, Zac.

Portulacaceae (350/19/1)

** *Phemeranthus brevicaulis* (S. Watson) Kiger. Hierba perenne. Matorral xerófilo. Sierra Santa Eulalia, Coah.; N.M.; Trans-Pecos, Tex.

Primulaceae (500/8/2)

* *Samolus dichondrifolius* Channell. Hierba perenne. Matorral halófilo y gipsófilo. Sierra Las Delicias, Coah.

* *Samolus ebracteatus* Kunth var. *coahuilensis* Henrickson. Hierba perenne. Matorrales halófilo y gipsófilo. Sierras Las Delicias, de Parras y Cuatro Ciénegas, Coah.

Ranunculaceae (2000/19/2)

** *Clematis coahuilensis* D.J. Keil. Arbusto. Matorral submontano y bosque de pino-encino. Sierras La Madera, La Gloria, Jimulco, Coah.; Sierra El Rosario, Dgo.; Lampazos, N.L.

*(***) *Talictrum henricksonii* M.C. Johnst. Hierba perenne. Matorral submontano y bosque de pino-encino. Pico de Teyra, Zac.

Rhamnaceae (850/27/3)

** *Condalia warnockii* M.C. Johnst. var. *warnockii*. Arbusto. Matorral xerófilo. Sierras El Fraile y Jimulco, Coah.; cerca de Zimapán, Hgo.; Cedros, Zac.

*(***) *Rhamnus standleyana* C.B. Wolf. Arbusto. Bosque de pino-encino. Sierras La Madera y La Paila, Coah.

* *Ziziphus lloydi* M.C. Johnst. Arbusto. Matorral xerófilo. Sierra La Ventura, Coah.; San Roberto, N.L.; Las Charcas y El Huizache, S.L.P.; Cedros, Zac.

Rosaceae (3000/44/6)

*(***) *Crataegus johnstonii* J.B. Phipps. Arbusto. Bosque de coníferas. Sierras El Carmen, Santa Rosa y El Jardín, Coah.

*(***) *Crataegus tracyi* Ashe ex Eggl. var. *coahuilensis* J.B. Phipps. Árbol. Bosque de pino-encino. Sierra El Carmen, Coah.

*(***) *Prunus cercocarpifolia* Villarreal. Arbusto. Matorral submontano. Cerca de Saltillo, Coah.

*(***) *Prunus havardii* (W. Wight) S.C. Mason. Arbusto. Matorral submontano y bosque de pino-encino. Santo Domingo, Chih.; Brewster y Presidio Cos., Tex.

*(***) *Prunus murrayana* E.J. Palmer. Arbusto. Bosque de pino-encino. Monte del Elefante, Big Aguja, Brewster, Jeff Davis Cos., y Trans-Pecos, Tex.

*(***) *Rosa woodsii* Lindl. var. *maderensis* Henrickson. Arbusto. Bosque de pino-encino. Sierra La Madera, Coah.

Rubiaceae (6000/35/9)

* *Chiococca henricksonii* M.C. Johnst. Arbusto. Matorral xerófilo. Sierras Las Delicias y La Fragua, Coah.

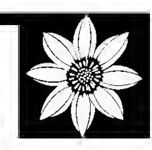
* *Coutaportla pailensis* Villarreal. Arbusto. Matorral xerófilo. Sierra La Paila, Coah.

*(***) *Galium carmenicola* Dempster. Hierba perenne. Bosque de pino-encino. Sierras El Carmen y Santa Rosa, Coah.

*(***) *Galium mexicanum* Kunth subsp. *flexicum* Dempster Hierba perenne. Bosque de pino-encino. Sierras El Carmen y Santa Rosa, Coah.; Montañas de Chisos, Tex.

* *Hedyotis teretifolia* (Terrell.) G.L. Nesom. Arbusto. Matorral xerófilo. Sierras Las Delicias y Las Margaritas, Coah.

*(***) *Machaonia pringlei* A. Gray. Arbusto. Matorral submontano. Sierra Jimulco, Coah.



Apéndice: Continuación.

*(***) *Randia pringlei* (S. Watson) A. Gray. Arbusto. Matorral submontano. Sierras Mojada, Jimulco, de Parras, Almagre y Torreón, Coah.; Sierras Los Alamos y El Rosario, Dgo.

* *Stenaria butterwickiae* (Terrell) Terrell. Hierba perenne. Matorral xerófilo. S de Sanderson, Tex.

*(***) *Stenaria mullerae* (Fosberg) Terrell. Arbusto. Matorral submontano. Sierras La Fragua, La Madera y San Marcos, Coah.

Rutaceae (900/13/5)

**(***) *Choisya dumosa* (Torr.) A. Gray. Arbusto. Matorral submontano y bosque de pino-encino. Sierra Hechiceros, Chih.; Hidalgo y Otero, N.M.; Trans-Pecos, Tex.

*(***) *Choisya katherinae* C.H. Mull. Arbusto. Matorral submontano. Sierra El Pulpito, Chih.; Sierras La Madera, Jimulco y Mojada, Coah.

**(***) *Choisya palmeri* Standl. Arbusto. Matorral submontano y bosque de pino piñonero. Sierra La Paila, Coah.; Galeana, N.L.; Sierra Catorce, S.L.P.; Sierra San Julián, Zac.

* *Thamnosma pailense* M.C. Johnst. Subarbusto. Matorral xerófilo. Sierra La Paila, Coah.

*(***) *Thamnosma stanfordii* I.M. Johnst. Subarbusto. Matorral submontano. Sierras Jimulco, de Parras y Las Delicias, Coah.

Scrophulariaceae (300/12/2)

** *Leucophyllum alejandrae* G.L. Nesom. Arbusto. Matorral halófilo y gipsófilo. San Roberto y El Salero, Galeana, y Aramberri, N.L.; S de San Ignacio, Tex.

* *Leucophyllum coahuilensis* Henrickson. Arbusto. Matorral halófilo y gipsófilo. N de San Pedro de las Colonias, Coah.

Simaroubaceae (120/2/1)

* *Castela stewartii* (C.H. Mull.) Moran & Felger. Arbusto. Matorral xerófilo. Sierra del Diablo, Chih.; Cuatro Ciénegas, Ramos Arizpe y Saltillo, Coah.; Sierra Catorce, S.L.P.; Trans-Pecos, Tex.; Concepción del Oro, Zac.

Solanaceae (2500/73/14)

* *Chamaesaracha geohintonii* Averett & B.L. Turner. Hierba perenne. Matorral halófilo y gipsófilo. Mina, N.L.

* *Lycium arochae* F. Chiang, T. Wendt & E.J. Lott. Arbusto. Matorral xerófilo. Sierra Mojada, Coah.

* *Lycium berlandieri* Dunal var. *parviflorum* (A. Gray) A. Terracc. Arbusto. Matorral halófilo y gipsófilo. Río Grande, N.M.; Las Charcas, S.L.P.; Trans-Pecos, Tex.

* *Lycium californicum* Nutt. ex A. Gray var. *interior* F. Chiang. Arbusto. Matorral xerófilo. Laguna La Leche, Llano del Guaje, entre Lomas El Aparejo y Tanque La India y Puerto de Rocamontes, Coah.; El Cedral, S.L.P.

* *Lycium leiospermum* I.M. Johnst. Arbusto. Matorral halófilo y gipsófilo. Viesca, Coah.; Galeana, N.L.; Matehuala, S.L.P.; Concepción del Oro, Zac.

* *Lycium parishii* A. Gray var. *modestum* (I.M. Johnst.) F. Chiang. Arbusto. Matorral xerófilo. Cuatro Ciénegas, Coah.; San Roberto, N.L.; El Cedral, S.L.P.

* *Lycium puberulum* A. Gray var. *berberioides* (Correll) F. Chiang. Arbusto. Matorral xerófilo. Brewster y SE de Presidio Cos., Tex.

* *Lycium puberulum* A. Gray var. *puberulum*. Arbusto. Matorral halófilo y gipsófilo. Bolsón de Mapimí, Chih.; Coah.; Dgo.; S de Tex.

* *Lycium schaffneri* A. Gray ex Hemsl. Arbusto. Matorral xerófilo, halófilo y gipsófilo. Galeana, N.L.; Sierra de Guadalupe, S.L.P.; Saín Alto, Zac.

* *Lycium texanum* Correll. Arbusto. Matorral xerófilo. Trans-Pecos, Tex.

**(***) *Physalis microphysa* A. Gray. Hierba perenne. Matorral submontano. Sierra Santa Eulalia, Chih.; Cuatro Ciénegas, Coah.; Aramberri, N.L.; Matehuala, S.L.P

* *Solanum davisense* Whalen. Hierba anual. Vegetación riparia. Sierra El Carmen, Coah.; Montañas de Davis y Chinati, Tex.

*(***) *Solanum fendleri* A. Gray var. *texense* Correll. Hierba perenne. Matorral submontano. Montañas de Davis y Cañon Aguja, Tex.

* *Solanum johnstonii* Whalen. Hierba perenne. Matorral xerófilo. Sierra Jimulco, Coah.; Sierra El Rosario, Dgo.

*(***) *Solanum leptosepalum* Correll. Hierba perenne. Matorral submontano y bosque de pino-encino. Sierra Rica, Chih.; Sierras La Madera y La Gloria, Coah.; Montañas de Chinati, Tex.

Verbenaceae (2600/35/5)

* *Bouchea linifolia* A. Gray ex Torr. Hierba perenne. Matorral xerófilo y submontano y bosque de pino piñonero. Sierras La Gloria, Santa Rosa y Mojada, Coah.; Presidio, Pecos y Val Verde Cos., Tex.

* *Bouchea spathulata* Torr. var. *longiflora* Moldenke. Arbusto. Matorral xerófilo y submontano y bosque de pino piñonero. Sierra Almagre, Chih.; Cuatro Ciénegas, Coah.

* *Bouchea spathulata* Torr. var. *spathulata*. Arbusto. Matorral xerófilo, submontano y bosque de pino piñonero. Sierras Los Órganos y La Paila, Coah.; Trans-Pecos y Brewster Co., Tex.

* *Glandularia alejandrana* B.L. Turner. Hierba anual. Matorral halófilo y gipsófilo. Rancho El Aguililla y Valle de Navidad, Galeana, N.L.

* *Lippia appendiculata* B.L. Rob. & Greenm. Hierba perenne. Matorral halófilo y gipsófilo. N de Jiménez, Chih.; Laguna La Leche y El Coyote, Coah.; Bolsón de Mapimí, Dgo.; Matehuala, S.L.P.

* *Tetraclea subinclusa* I.M. Johnst. Hierba perenne. Matorral halófilo y gipsófilo. Cuatro Ciénegas, Coah.

Zygophyllaceae (250/15/3)

* *Fagonia scoparia* Brandegee. Subarbusto. Matorral halófilo y gipsófilo. Bolsón de Mapimí, Chih.; Sierra Las Delicias y Cuatro Ciénegas, Coah.; Bolsón de Mapimí, Dgo.

Apéndice: Continuación.

* *Kallstroemia perennans* B.L. Turner. Hierba perenne. Matorral xerófilo. Langtry, Val Verde, Presidio y Brewster Cos., Tex.
* *Sericodes greggii* A. Gray. Arbusto. Matorral xerófilo. Viesca, Sierra de la Paila, Estación Hermanas, Llano El Guaje, Coah.; NE de Dgo.; O y C de N.L.; N de Zac.

Acta Botanica Mexicana 118: 97-103 Enero **2017**

Research article

A new species of *Bursera* (Burseraceae) from the East Cape Region in Baja California Sur, Mexico

Una nueva especie de *Bursera* (Burseraceae) del Este de la Región de Los Cabos en Baja California Sur, México

José Luis León de la Luz[1,2], Alfonso Medel Narváez[1], Reymundo Domínguez Cadena[1]

1 Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C., Herbario HCIB, Apdo. postal 128, 23000 La Paz, Baja California Sur, México.

2 Autor para la correspondencia: jlleon04@cibnor.mx

Citar como:
León de la Luz, J. L., A. Medel Narváez y R. Domínguez Cadena 2017. A new species of *Bursera* (Burseraceae) from the East Cape Region in Baja California Sur, Mexico. Acta Botanica Mexicana 118: 97-103. DOI: http://dx.doi.org/10.21829/abm118.2017.1202

Recibido: 11 de septiembre de 2015.
Revisado: 18 de mayo de 2016.
Aceptado: 7 de octubre de 2016.

DOI:
http://dx.doi.org/10.21829/abm118.2017.1202

Abstract:

Background and Aims: Intensive fieldwork along the shore of the East Cape Region in the Baja California Peninsula by the authors has resulted in the discovery and publication of some new species for the Mexican flora in recent years.

Methods: An additional novelty found was a tree considered at first to be *Bursera microphylla,* but a more detailed inspection showed the leaflets to be few in number and broadly obovate-elliptic. These and additional differences of the leaves and flowers warrant recognition of this plant as a new species.

Key results: We here describe and illustrate *Bursera exequielii* (Burseraceae), which belongs to section *Bursera* and we discuss its morphological relationship with *B. microphylla*, from which it differs mainly by the number, form and size of the leaflets.

Conclusions: The only known population is threatened due to the mega-touristic developments in the zone.

Key words: biodiversity, new species, Sonoran Desert, taxonomy.

Resumen:

Antecedentes y Objetivos: El intensivo trabajo de exploración por parte de los autores sobre la costa Este en la Región de los Cabos, en la península de Baja California, ha resultado recientemente en el descubrimiento y publicación de varias nuevas especies para la flora Mexicana.

Métodos: Una novedad adicional es un árbol identificado inicialmente como *Bursera microphylla,* pero una inspección más detallada mostró que los foliolos eran pocos en número y ampliamente obovados-elípticos. Estas y otras diferencias de las hojas y las flores justifican el reconocimiento de esta planta como una nueva especie.

Resultados clave: Ilustramos y describimos el nuevo taxon *Bursera exequielii* (Burseraceae), el cual pertenece a la sección *Bursera*, y se discute su relación morfológica con *B. microphylla* de la cual difiere principalmente por el número, la forma, y el tamaño de los foliolos.

Conclusiones: La única población conocida se encuentra amenazada por mega-desarrollos turísticos en la zona.

Palabras clave: biodiversidad, Desierto Sonorense, nueva especie, taxonomía.

Introduction

Bursera is an American genus with around 100 species, most of them native to the Mexican dry tropics on the Pacific slope (Espinosa et. al., 2006; De Nova et al., 2012). According to Rzedowski (2015) the current number of *Bursera* taxa in Mexico is 89. It is a difficult taxonomic group because it is dioecious and mostly deciduous, and the leaves are often absent from flowering or fruiting specimens. As a consequence, field observations and several collections are necessary. Moreover, vegetative structures are difficult to preserve and analyze in voucher specimens since they easily disassemble at drying. Hence, *Bursera* taxonomy is based

on morphological characteristics of leaves, flowers, fruits, and bark when observed mainly in fresh material, at the time of collecting (Rzedowski et al., 2004).

Material and methods

As a result of intensive fieldwork along the Baja California Peninsula during a project to document the floristic composition of the beaches of Mexico (Espejel Carbajal et al., 2015), the eastern shore of the southern Baja California Sur, known as the East Cape Region, was visited by the authors in different locations for plant collecting and vegetation sampling, resulting in the discovery of some interesting plants (León de la Luz and Levin, 2012; León de la Luz and Medel Narváez, 2013). An additional novelty found was a tree located just beside a beach, on a sandy marine terrace. This tree was considered at first to be a "torote rojo", *Bursera microphylla* A. Gray, one of the most common sarcocaulescent trees along most of the Baja California peninsula from sea level up to 1000 m, and whose natural distribution "almost is coincident with the Sonoran Desert province" (Turner et al., 1995). However, a more detailed inspection showed the leaflets to be few in number and broadly obovate-elliptic. These and additional differences of the leaves and flowers warrant recognition of this plant as a new species.

Results

Bursera exequielii León de la Luz, sp. nov. Figs. 1, 2.

TYPE: MEXICO. Baja California Sur, municipio de Los Cabos, rancho Las Lagunas, Punta Arena del Sur, matorral de dunas costeras, 23.54381°N, -109.48435°W, 5 m, 20.VI.2014, *J.L. León de la Luz 12073* (holotype: HCIB!, isotypes: IEB!, MEXU!, SD!, more to be issued).

Arbor dioica ad 4 m alta, ramificatione tortuosa, cortice exfolianti flavida. Folia imparipinnata, 7-11 foliolis late obovatis vel late ellipticis, 6-9 mm longis, 5-6 mm latis, glabris. Paniculae laxae 3-5 floribus unisexualibus, pedicellis quam 2 mm brevioribus. Fructus 3-valvi, subglobossi; putamine 5-6 mm diam, pseudoarilo flavido obtecto; hilo depresso.

Dioecious trees to 4 m tall; bark glabrous, orange-yellowish, exfoliating in papery strips as stems thicken; trunk straight but branching tortuous, wood pithy and soft, young stems puberulent with short trichomes; dioecious, exceptionally some male flowers with functional pistils; leaves imparipinnate, produced from brachyblasts, growing gradually during the season, 3-3.5 cm long, oblong in outline; petioles 10-12 mm long, winged, somewhat aromatic when crushed; rachis more narrowly winged than petiole, involute when drying, and appearing quadrangular; leaflets 7-11, 5-6 × 6-9 mm, subsessile, semi-succulent, and broadly obovate to broadly elliptic, yellowish-green, opaque, midvein on abaxial surface prominent; indument spiculate on stems, reproductive structures glabrous, foliage with resinous papilla. Inflorescences produced before leaves, subtended by small bracts on reduced cymes with 2-5 flowers per cluster, flowers rarely solitary; peduncles stout, 2-3 mm long, pedicels slender, <2 mm long, with a basal small and caducous bracteole <1 mm, soon deciduous. Male flowers: to 4-5 mm wide at anthesis; sepals (4)5(6), triangular, red tipped, <1 mm long, petals (4)5(6), broadly lanceolate, 1 mm long, 0.5 mm wide; stamens to 1.5 mm long, twice as much as petals, in two series, opposite and alternate to petals, filaments inserted on edge of annular, papillose disk; pistillode <1 mm long, reduced and rarely functional. Female flowers: to 4-5 mm wide at anthesis; sepals 3(4), <1 mm long, triangular, red tipped; petals 3(4), lanceolate to broadly lanceolate, 1 mm long, 0.5 mm wide; staminodes (5)6, anthers <1 mm long, sterile, filaments 1 mm long, free, inserted on edge of annular, papillose disk; ovary superior, 3-celled, style short, stigma 3-lobed, tiny; fruits subglobose, 3-angles, glabrous; exocarp 3-valved; pyrene one per fruit, covered all by a yellow-reddish pseudoaril; seeds one per fruit, rounded, 5-6 mm diameter, hilum with an irregular depression.

Paratypes: MEXICO. Baja California Sur, municipio de Los Cabos, rancho Las Lagunas, Punta

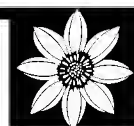


Figure 1: *Bursera exequielii* León de la Luz. A. branchlet with leaves, leaflets, and fruits; B. detail of the leaf and broadly elliptic leaflets; C. detail of the rachis and subsessile leaflet; D., E., F. detail of male cluster of cymes, and 5-merous flower with annular papillose disk; G., H. details of 3-merous female flower with staminodes; I. detail of fruit, and J. seed with a thin pseudoaril. Illustration by Albino Luna.

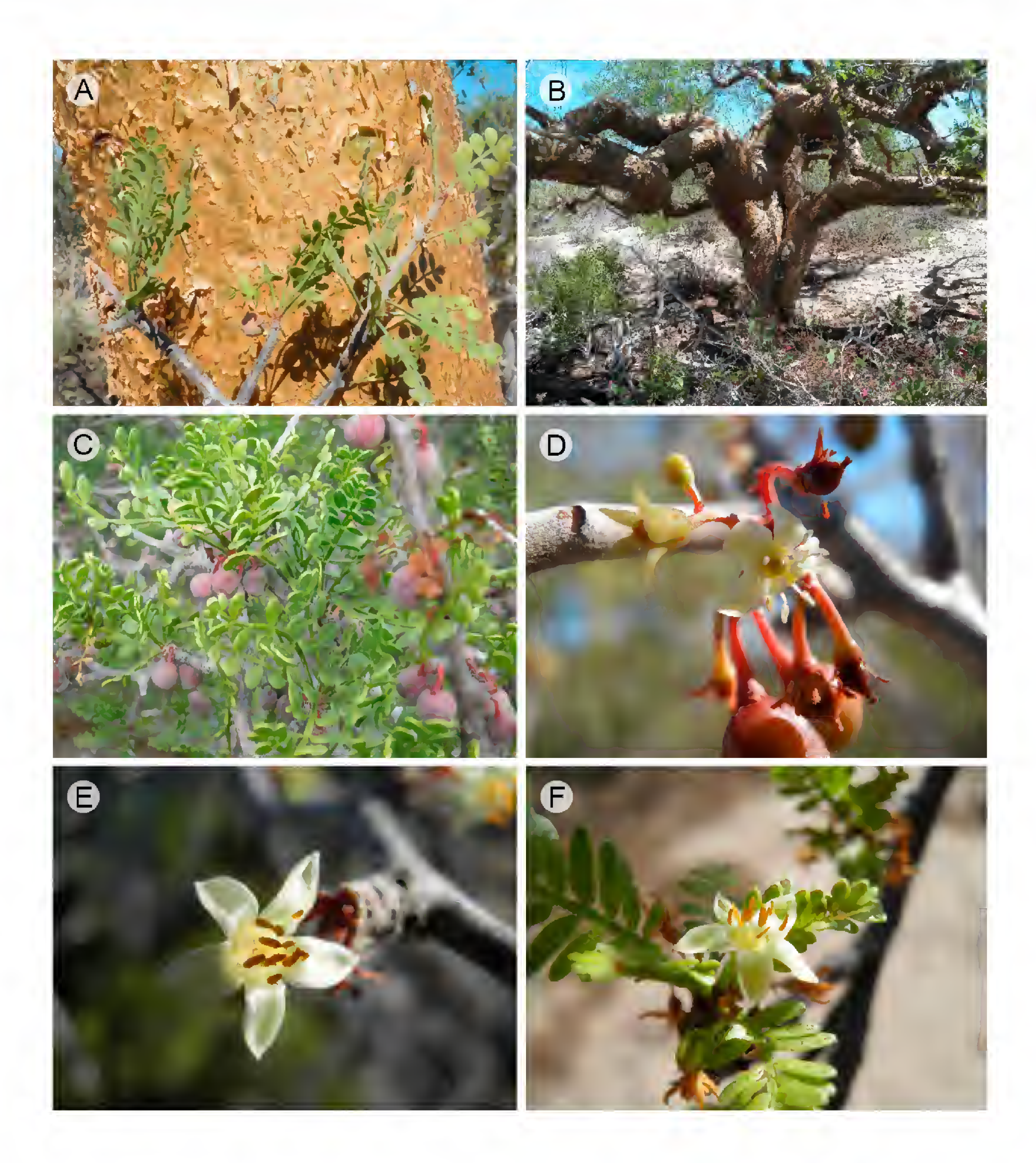


Figure 2: Images of *Bursera exequielii* León de la Luz. A. bark and leaves; B. mature plant; C. bundle of leaves; D. uncommon 4-merous female flower; E. 5-merous male flower; F. 5-merous male flower of *B. microphylla* A. Gray, note foliole form and synchronous appearing of flowers and leaves.

Arena del Sur, matorral de dunas costeras, 23.54788°N, -109. 47352°W, 5 m, 1.XII.2013, *J. L. León de la Luz 11912* (HCIB); Punta Arena, ca. 12 km southeast of La Ribera and ca. 18 km north of the village of Cabo Pulmo, 23.5334°N, -109.4829°W, 15.VI.2015, *B. T. Wilder 2015-44* (MEXU), *2015-45* (MEXU).

Observations

The exfoliating bark, winged leaf rachis, and 3-valved fruits place this species in section *Bursera*, the "cuajiote" group in the Mexican mainland vernacular nomenclature (McVaugh and Rzedowski, 1965; Rzedowski et al., 2004), also known by the bajacalifornians as "torote".

In addition to belonging to section *Bursera*, *B. exequielii* and *B. microphylla* both have tortuous branching and similar flower and fruit morphology, but the new species differs from *B. microphylla* by the 7-11 (vs. 7-35) leaflets that measure 7-9 × 5-6 mm (vs. 5-25 × 1-3) and are broadly elliptic to obovate (vs. linear-oblong to elliptic or lanceolate). Moreover, inflorescences are denser in *B. microphylla*.

Hence, *B. exequielii* seems to be a local population possibly descendent from the widely distributed *B. microphylla*. Following the proposal of Becerra (2003), who reconstructed a phylogenetic hypothesis of 66 species and varieties of *Bursera* using parsimony analyses,

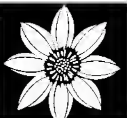


Figure 3: Image of a leaf of *Bursera exequielii* León de la Luz with broadly-obovate to broadly-elliptic folioles, and comparison with *Bursera microphylla* A. Gray leaves variation (modified from Johnson, 1992).

this new species must be included in the section *Bursera* and *Microphylla* group. In addition, De-Nova et al. (2012) published a *Bursera* phylogeny at species level by estimating divergence times, temporal diversification heterogeneity, and geographical structure, in order to determine when species could have first appeared in Mexican territory. With respect to B. *microphylla* they assessed that this species established some 8 My ago; i.e., just when the peninsular territory split off from the Mexican mainland by the opening of the Gulf of California (Ferrari et al., 2007).

Several botanists have noticed that across the broad range of *B. microphylla*, it exhibits variation in leaf and leaflet size, but not in form. Johnson (1992) illustrated such differences for several populations of Sonora, Mexico (see Fig. 3), which show significant variation in leaflet size but a consistent length/width ratio ≥4, and the leaflets are consistently linear-oblong to narrowly lanceolate. Flower sex of *B. microphylla* has been barely documented. Available bibliography, such as Shreve and Wiggins (1964), relates the species as dioecious, whereas Felger (2000) stated that in *B. microphylla* sepals and petals are usually 3 on female flowers and (4)5 on male flowers. In *B. exequielii* we observed that female flowers have 3(4) sepals and petals, and male flowers (4)5(6) sepals and petals. Moreover, few fruits were seen on male individuals, but due to its low frequency this trait could be considered rather as unusual functional pistils in staminate flowers more than genuine hermaphrodite flowers that would give the polygamodioecious character to the species. The number of cymes per cluster is also a noticeable difference, since in *B. exequielii* there are commonly 2-3 cymes,

whereas in *B. microphylla* there are 4-6, although both taxa could have 2-3 flowers per cyme.

Fruit morphology of the two species is similar in shape and size, but the pseudoaril of *B. microphylla* seems to be more reddish than yellowish. An additional difference could be noticed in the sprouting of the flowers: in *B. microphylla* leaves and flowers are produced synchronously (Johnson, 1992; see Fig. 2F), while in *B. exequielii* we observed first the flower development (Fig. 2D, E), and the bud leaves appear a couple of weeks later; both structures continue growing during the rainy season.

Ecology

The main population of this taxon inhabits a marine terrace of Holocene origin (DEGETENAL, 1981), formed by sand deposited by the sea surf. *Bursera exequielii* seems to be the only species of *Bursera* or "torote" in this zone where it grows with spinescent shrubs such as *Ebenopsis confinis* (Stand.) Britt. & Rose, *Sideroxylon occidentale* (Hems.) T.D. Penn., *Condalia globosa* I.M. Johnston, *Paulothamnus spinescens* A. Gray, sarcocaulescent forms as *Jatropha cinerea* (Ortega) Müll.-Arg., *Forchhammeria watsonii* Rose, *Cyrtocarpa edulis* (Brandegee) Stand., and cacti such *Cylindropuntia cholla* (F.A.C. Weber) F.M. Knuth, *C. alcahes* (F.A.C. Weber) F.M. Knuth, and *Stenocereus gummosus* (Engelm.) A. Gibson & K.E. Horak. We estimated the density of plants of this new species at 15 to 20 per hectare. The individuals appear vigorous, but we saw no evidence of regeneration. Some individuals were observed up to 5 km inland, mixed in the scrubland with *B. microphylla* on calcareous soils. Intermediate forms were not found.

Etymology

The taxon is named in honor of Dr. Exequiel Ezcurra (University of California, Riverside), an ecologist and leading conservationist who has tirelessly researched and defended the peninsula of Baja California.

Authors contributions

RDC worked on the herbarium vouchers and realized the specimen was possibly a new taxon. JLLL and AMN visited the population to collect more samples to verify this. JLLL, RDC and AMN discussed the possibility of these samples belonging to a new taxon. RDC and AMN carried out the morphological observations. JLLL wrote the manuscript in collaboration with RDC and AMN. All authors contributed to the description, discussion and conclusions.

Funding

This research was partially supported by Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) funds (HJ-007).

Acknowledgements

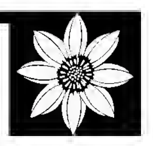
We express our gratitude to several persons that helped in several stages of this work. We are grateful to our elder colleague Miguel Domínguez L. for field assistance, Victor Steinmann for encouraging the study of this taxon, and Rosalinda Medina Lemos for reviewing an earlier version of the manuscript. The authors are also grateful to Danira León C. for an earlier drawing, to Albino Luna for the illustration of the species which is published here, to Fernando Chiang Cabrera for the Latin diagnosis, and to the anonymous referees of *Acta Botanica Mexicana* whose observations and comments improved the final version of the manuscript.

Literature cited

Becerra, J. X. 2003. Evolution of Mexican *Bursera* (Burseraceae) inferred from ITS, ETS, and 5S nuclear ribosomal DNA sequences. Molecular Phylogenetics and Evolution 26: 300-309.

DEGETENAL (Dirección General de Geografía del Territorio Nacional). 1981. Carta de Geológica 1:1,000,000. Hoja La Paz. Secretaría de Programación y Presupuesto, Coordinación General de los Servicios Nacionales de Estadística, Geografía e Informática. México, D.F. México.

De-Nova, J. A., R. Medina, J. C. Montero, A. Weeks, J. A. Rosell, M. E. Olson, L. E. Eguiarte and S. Magallón. 2012. Insights into the historical construction of species-rich Mesoamerican seasonally dry tropical forests:



the diversification of *Bursera* (Burseraceae, Sapindales). New Phytologist 193: 276-287. DOI: http://dx.doi.org/10.1111/j.1469-8137.2011.03909.x

Espejel Carbajal, M. I., O. Jiménez-Orocio y P. Peña-Garcillán. 2015. Flora de las playas y dunas costeras de México. Universidad Autónoma de Baja California, Facultad de Ciencias. Informe final SNIB-CONABIO, proyecto No. HJ-007. México, D.F., México. 115 pp.

Espinosa, D., J. Llorente and J. Morrone. 2006. Historical biogeographical patterns of the species of *Bursera* (Burseraceae) and their taxonomic implications. Journal of Biogeography 33(11): 1945-1958. DOI: http://dx.doi.org/10.1111j.1365-2699.2006.01566.x

Felger, R. S. 2000. Flora of the Gran Desierto and Río Colorado of northwestern Mexico. Arizona University Press. Tucson, USA. 673 pp.

Ferrari, L., M. Valencia-Moreno and S. Bryan. 2007. Magmatism and tectonics of the Sierra Madre Occidental and its relation with the evolution of the western margin of North America. In: Alaniz-Alvarez, S. A., A. F. Nieto-Sarmaniego (eds.). Geology of Mexico: Celebrating the Centenary of the Geological Society of Mexico: Geological Society of America, Special Paper 422: 1-139. DOI: http://dx.doi.org/10.1130/2007.2422(01)

Johnson, M. 1992. The genus *Bursera* (Burseraceae) in Sonora, Mexico and Arizona, USA. Desert Plants 10(3): 126-144.

McVaugh, R. and J. Rzedowski. 1965. Synopsis of the genus *Bursera* L. in western Mexico, with notes on the material of *Bursera* collected by Sessé & Mociño. Kew Bulletin 18(2): 317-382. DOI: http://dx.doi.org/10.2307/4109252

León de la Luz, J. L. and R. A. Levin. 2012. *Pisonia calafia* (Nyctaginaceae) species nova from the Baja California península, Mexico. Acta Botanica Mexicana 101: 83-93.

León de la Luz, J. L. and A. Medel Narváez. 2013. A new species of *Bidens* (Asteraceae: Coreopsidae). Acta Botanica Mexicana 103: 119-126.

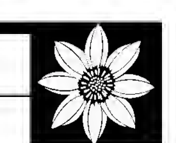
Rzedowski, J., R. Medina Lemos and G. Calderón de Rzedowski. 2004. Las especies de *Bursera* (Burseraceae) en la cuenca superior del río Papaloapan (México). Acta Botanica Mexicana 66: 23-151.

Rzedowski, J. 2015. Algunas reflexiones en torno al trabajo florístico en México. Botanical Sciences 93: 1-2. DOI: http://dx.doi.org/10.17179/botsci.530

Shreve, F. and L. I. Wiggins. 1964. Vegetation of the Sonoran Desert. Vol. I, II. Stanford University Press. Stanford, USA. 1740 pp.

Turner, R. M., J. E. Bowers and T. Burgess. 1995. Sonoran Desert plants: an ecological atlas. University of Arizona Press. Tucson, USA. 504 pp.

Acta Botanica Mexicana 118: 105-120 Enero **2017**

Artículo de investigación 

Ecoanatomía de la madera de dos taxa mexicanos del género *Mimosa* (Leguminosae-Mimosoideae)

Ecological anatomy of the wood of two Mexican taxa of the genus *Mimosa* (Leguminosae-Mimosoideae)

Susana Adriana Montaño-Arias[1,3], Sara Lucía Camargo-Ricalde[1,3], Rosaura Grether[1] y David Díaz-Pontones[2]

1 Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, Departamento de Biología, División de Ciencias Biológicas y de la Salud, Apdo. Postal 55-535, 09340 CDMX, México.
2 Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, Departamento de Ciencias de la Salud, División de Ciencias Biológicas y de la Salud, Apdo. postal 55-535 09340, CDMX, México.
3 Autores para la correspondencia: arias_susan@hotmail.com, slcr@xanum.uam.mx

Citar como:
Montaño-Arias, S. A., S. L. Camargo-Ricalde, R. Grether y D. Díaz-Pontones. 2017. Ecoanatomía de la madera de dos taxa mexicanos del género *Mimosa* (Leguminosae-Mimosoideae). Acta Botanica Mexicana 118: 105-120. DOI: http://dx.doi.org/10.21829/abm118.2017.1203

Recibido: 2 de diciembre de 2015.
Revisado: 4 de julio de 2016.
Aceptado: 10 de octubre de 2016.

DOI:
http://dx.doi.org/10.21829/abm118.2017.1203

Resumen:

Antecedentes y Objetivos: Los estudios ecoanatómicos permiten estimar la respuesta de los taxa a distintos factores ambientales. Considerando la relevancia biológica y ecológica del género *Mimosa*, se estimaron las posibles respuestas adaptativas de dos taxa endémicos de México, *M. aculeaticarpa* var. *aculeaticarpa* y *M. luisana*, a través de un análisis ecoanatómico de su madera, para evaluar su resistencia y tolerancia a cambios en la precipitación.

Métodos: Se recolectaron tres árboles de talla y cobertura similar por taxon. Se cortaron cubos de madera de 1 × 1 cm, ablandados a reflujo. Se hicieron secciones transversales, tangenciales y radiales, con grosor de 20 µm. Se tiñeron con safranina-verde rápido y se montaron en resina sintética. La descripción y el análisis de los caracteres anatómicos de la madera se basaron en la nomenclatura propuesta por la IAWA.

Resultados clave: *Mimosa aculeaticarpa* var. *aculeaticarpa* presenta porosidad anular, mientras que *M. luisana* tiene porosidad difusa. *Mimosa aculeaticarpa* var. *aculeaticarpa* muestra vasos con diámetro tangencial mediano en madera temprana y pequeño en madera tardía y *M. luisana* presenta vasos con diámetro tangencial pequeño. Ambos tienen placa de perforación simple, punteaduras intervasculares areoladas, alternas y pequeñas, y ornamentadas en *M. luisana*. *Mimosa aculeaticarpa* var. *aculeaticarpa* posee principalmente parénquima axial paratraqueal vasicéntrico, mientras que en *M. luisana* es vasicéntrico y unilateral. En *M. aculeaticarpa* var. *aculeaticarpa*, los radios son uniseriados y en *M. luisana* biseriados. Las fibras son de longitud corta, diámetro fino y pared gruesa. Los índices de vulnerabilidad (IV) y de mesomorfía (IM) más altos se encontraron en *M. aculeaticarpa* var. *aculeaticarpa* (4.05 y 729.05, respectivamente), lo que indica que este taxon es más vulnerable a la sequía, mientras que los valores más bajos de IV y de IM correspondieron a *M. luisana* (1.42 y 226.71, respectivamente), sugiriendo que éste es más resistente a la sequía.

Conclusiones: Se propone que *M. aculeaticarpa* var. *aculeaticarpa* es apta para restaurar lugares mésicos y *M. luisana* lo es para ambientes secos.

Palabras clave: ambiente árido, ambiente mésico, estrés hídrico, Leguminosae, México, restauración.

Abstract:

Background and Aims: Eco-anatomical studies enable the estimation of the response of taxa to different environmental factors. Considering the biological and ecological relevance of the genus *Mimosa*, the adaptive possible responses of two endemic Mexican taxa were estimated, *M. aculeaticarpa* var. *aculeaticarpa* y *M. luisana*, through the eco-anatomical analysis of their wood, in order to evaluate their resistance and tolerance to changes in precipitation.

Methods: Three trees of similar size and coverage per taxon, were collected. Wood cubes of 1 × 1 cm were cut and softened by boiling. Transverse, tangential and radial sections, 20 µm in thickness were made. Samples were stained with fast safranin-green and mounted in synthetic resin. The description and the analysis of anatomical wood features were based on the nomenclature proposed by the IAWA.

Key results: *Mimosa aculeaticarpa* var. *aculeaticarpa* presents ring-porosity, while *M. luisana* is characterized by diffuse porosity. *Mimosa aculeaticarpa* var. *aculeaticarpa* shows vessels with medium tangential diameter in early-wood, and small ones in late-wood, whereas *M. luisana* presents vessels with small tangential diameter. Both have simple perforation plates, bordered, alternate and small intervessel pits, and vestured ones in *M. luisana*. *Mimosa aculeaticarpa* var. *aculeaticarpa* mainly has axial paratracheal vasicentric parenchyma, while in *M. luisana*, it is vasicentric and unilateral. In *M. aculeaticarpa* var. *aculeaticarpa*, rays are uniseriate, and in *M. luisana*, they are biseriate. Fibers are of short length, fine diameter and thick wall. The highest indexes of vulnerability (VI) and of mesomorphy (MI) were found in *M. aculeaticarpa* var. *aculeaticarpa* (4.05 y 729.05, respectively), indicating that this taxon is the most vulnerable to drought, while the lowest values of both VI and MI corresponded to *M. luisana* (1.42 and 226.71, respectively), suggesting that this taxon is more resistant to drought.

Conclusions: It is proposed that *M. aculeaticarpa* var. *aculeaticarpa* is suitable for restoring mesic sites and *M. luisana* for dry environments.

Key words: arid environments, Leguminosae, mesic environments, Mexico, restoration, water stress.

Introducción

Los estudios ecoanatómicos permiten analizar la estructura interna de las plantas con el fin de conocer su variación frente a los cambios ambientales y encontrar relaciones que pueden ser consideradas estrategias adaptativas (Araque y León, 2006; Polanco y Grande, 2009; Figueroa et al., 2011). Al respecto, se ha analizado el efecto de algunos parámetros ambientales como la disponibilidad de agua, estacionalidad, latitud, longitud y altitud sobre los caracteres anatómicos de la madera; por ejemplo, el diámetro de los vasos y el número de vasos por área se relaciona con la altitud (Baas, 1973; Barajas-Morales, 1985; Fisher et al., 2007) y la longitud de los elementos de vaso con la disponibilidad de agua (Barajas-Morales, 1985; Lindorf, 1994; Parra, 2010; Giménez et al., 2012).

De acuerdo con Jono (2009), los estudios ecoanatómicos muestran la plasticidad de las plantas en la estructura de la madera, lo que aunado a otras características les permite sobrevivir en lugares con condiciones contrastantes, sobre todo, en especies de amplia distribución. Sin embargo, las variaciones ambientales ocurren a diferentes escalas y pueden influir en el crecimiento y, por consiguiente, en la anatomía de la madera (Luchi, 1998). En los últimos años, los estudios ecoanatómicos de la madera han adquirido relevancia, debido a que aportan información sobre el comportamiento de los taxa, y probablemente permitan predecir sus respuestas ante cambios ambientales (cambio climático). Este tipo de estudios han sido realizados, principalmente, en especies arbóreas, muchas de ellas pertenecientes a la familia Leguminosae (de Lima et al., 2009; Silva et al., 2011).

Las leguminosas son una de las cinco familias más diversas que existen en el mundo (Rzedowski, 1991; Sosa y Dávila, 1994). Asimismo, son uno de los elementos dominantes o co-dominantes de las zonas áridas y semiáridas mexicanas (de la Barrera y Andrade, 2005). Por su parte, *Mimosa* es el género más diverso de Mimosoideae en México, con ca. 110 especies distribuidas desde las zonas áridas y semiáridas hasta las zonas templadas (Grether et al., 1996).

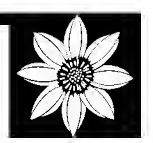
A nivel mundial, se ha estudiado la anatomía de la madera de 43 especies de *Mimosa*, de un total de ca. 530 especies (Särkinen et al., 2011; Simon et al., 2011). Aunque en México existen ca. 68 taxa leñosos (Barneby, 1991), la madera de solo 12 de ellos ha sido estudiada. La mayoría de los trabajos están enfocados en describir la anatomía de la madera (Cozzo y Cristiani, 1950; Cozzo, 1951; Heringer y De Paula, 1979; Marchiori, 1982, 1985, 1993, 1996; Maccari y Marchiori, 1994; Marchiori y Muñiz, 1997) y, unos cuantos, en determinar los caracteres que pudiesen ayudar a resolver problemas de índole taxonómico dentro de la clasificación del género (Baretta-Kuipers, 1981; Chehaibar y Grether, 1990; Montaño-Arias, 2010). Más aún, la información que se encuentra en dichos estudios también es útil en estudios ecoanatómicos, ya que además de proporcionar información genética permiten asociar los caracteres anatómicos de los taxa con su hábitat (Montaño-Arias et al., 2011). Es decir, un enfoque ecoanatómico permite estimar la respuesta de los taxa a distintos factores ambientales (p. ej. precipitación); no obstante, estos estudios son escasos, particularmente en el género *Mimosa* (Montaño-Arias et al., 2013).

Por lo anterior y considerando la relevancia biológica y ecológica de algunas especies de *Mimosa* (Camargo-Ricalde et al., 2001; Camargo-Ricalde et al., 2002; Camargo-Ricalde et al., 2010 a, b), el objetivo de este estudio es estimar las posibles respuestas adaptativas de dos taxa de *Mimosa* a nivel de la madera, con la finalidad de evaluar su resistencia y tolerancia a cambios en la precipitación.

Materiales y métodos

Método de colecta

Se seleccionaron dos taxa arbóreos, endémicos de México, *Mimosa aculeaticarpa* Ortega var. *aculeaticarpa* y *M. luisana* Brandegee (Leguminosae) que crecen en condiciones ambientales contrastantes. De acuerdo con Grether et al. (2007), *Mimosa aculeaticarpa* var. *aculeaticarpa* presenta una amplia distribución en el país, estableciéndose tanto en climas secos como templados, mientras que *M. luisana* es un taxon restringido al Valle de Tehuacán-



Cuicatlán, en Puebla y Oaxaca, y solo se establece en climas secos (Martínez-Bernal y Grether, 2006, Cuadro 1).

Para cada sitio de colecta se registraron las coordenadas geográficas, el tipo de vegetación (Rzedowski, 1978), clima (García, 2004) y datos de los individuos (altura y diámetro del tronco, Cuadro 1). Con la finalidad de tener representada la variabilidad de cada taxon, se recolectaron tres árboles de talla y cobertura similar de cada uno; las muestras fueron tomadas del tronco a 80 cm del suelo (Cuadro 1).

Para la observación de las características anatómicas se cortaron cubos de 1 × 1 cm, los cuales fueron ablandados durante 3 h a reflujo en agua destilada, tiempo necesario para poder seccionar la madera. Posteriormente, con un micrótomo de deslizamiento (American Optical 860, New York, EUA) se cortaron secciones transversales, tangenciales y radiales, con grosor de 20 μm, las cuales se tiñeron con safranina-verde rápido y se montaron en resina sintética (Johansen, 1940).

Asimismo, se colocaron astillas de la sección radial en un tubo de ensayo con una mezcla, a partes iguales, de ácido acético, ácido láctico, ácido nítrico, y glicerina (1:1:1:1), dejándolos incubar por 1-2 semanas. Una vez disociado el material, éste se lavó con agua destilada y se hicieron preparaciones temporales para cuantificar la longitud de los elementos de vaso, de las fibras y de las traqueidas vasicéntricas. Los ejemplares de referencia y las tablillas correspondientes están depositados en el Herbario Metropolitano (UAMIZ) de la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa (Cuadro 1).

Para la descripción y el análisis de los caracteres anatómicos de la madera, se siguió la nomenclatura propuesta por la International Association of Wood Anatomists (IAWA, 1989). Se realizaron 25 mediciones para cada carácter de la anatomía de la madera, por individuo, por taxon. El número de vasos por superficie (mm^2) se contabilizó tomando en cuenta a los vasos solitarios y agrupados, y cada vaso que conforma a los vasos agrupados se contabilizó como un vaso solitario (IAWA, 1989). El grosor de la pared del elemento de vaso se midió en corte transversal; el diámetro de la punteadura intervascular y el diámetro del lumen de la punteadura fueron medidos en corte tangencial, siguiendo la clasificación propuesta por Montaño-Arias (2010). Para la longitud del cordón de parénquima, se contabilizó el número de células por cordón, y de manera adicional, se midió la longitud (μm). Para ello, se utilizó la clasificación para longitud de fibras de la IAWA (1989). Las mediciones se realizaron utilizando un microscopio óptico (Zeiss Primo-Star, Alemania).

Para el diámetro de los vasos se siguió lo propuesto por la IAWA (1989) con algunas modificaciones. Para calcular el Índice de Vulnerabilidad (IV), fue utilizado

Cuadro 1: Estado, localización y altitud, tipo de vegetación, clima, temperatura y precipitación de los sitios de recolección de las especies de *Mimosa* L. estudiadas, así como hábito, altura y diámetro a la altura del pecho (DAP), número de registro de herbario y xiloteca (UAMIZ) de los individuos seleccionados.

Taxa	Estado	Coordenadas Altitud (m s.n.m.)	Tipo de vegetación	Clima Temperatura (Media anual) Precipitación (mm anuales)	Hábito Altura (m) DAP cm por individuo	UAMIZ No. registro Ejemplar / Tablilla
M. aculeaticarpa var. *aculeaticarpa*	Michoacán	19°58.218'N; 101°31.664'O 1950	Bosque de pino-encino	Templado Suhúmedo 16.8 °C 955	Árbol 2.5, 2 y 2 4, 5 y 4	71454, 71455, 71456 288
M. luisana	Puebla	18°15'23.7"N; 97°09'03.3"O 1140	Matorral xerófilo	Seco con lluvias poco abundantes 23.8 °C 440.6	Árbol 1.5, 2 y 2 4, 4.5 y 4	63912, 63913, 63916 216

el diámetro de los vasos (dv) y el número de vasos/mm^2 (nv) (IV), de acuerdo con la fórmula IV=dv/nv. Los resultados con un valor inferior a 1 se interpretan como resistentes a la sequía (Carlquist, 1977). La longitud del elemento de vaso (lv) y el IV se emplearon para calcular el Índice de Mesomorfía (IM), donde IM=IV(lv). Un IM mayor de 200 indica que el xilema es mesomórfico y un IM menor o igual a 75 indica un xilema xerófito (Carlquist, 1977).

Análisis estadísticos

Con el objeto de evaluar la existencia de diferencias estadísticamente significativas entre los caracteres evaluados inter-específicamente, los datos se examinaron por medio de una *t-Student* ($P \leq 0.05$; Sokal y Rohlf, 1995). Los análisis estadísticos se llevaron a cabo mediante el paquete estadístico NCSS (Hintze, 2001).

Resultados

La madera de *Mimosa aculeaticarpa* var. *aculeaticarpa* muestra porosidad anular y la de *M. luisana* porosidad difusa. Ambas maderas tienen anillos de crecimiento definidos. En *M. aculeaticarpa* var. *aculeaticarpa* están delimitados por parénquima axial marginal y vasos de mayor diámetro (Fig. 1A), mientras que en la madera de *M. luisana*, los anillos son más angostos y están delimitados por ocho hileras de fibras engrosadas (Fig. 1B).

Independientemente del tipo de porosidad, la madera de ambos taxa presenta vasos numerosos (>16 vasos/mm^2). Cabe señalar que la madera temprana de *M. aculeaticarpa* var. *aculeaticarpa* tiene más vasos/mm^2 que la madera tardía (Cuadro 2). La madera de ambos taxa tiene vasos solitarios abundantes (Fig. 1A-B). Además, tanto la madera temprana como la tardía de *M. aculeaticarpa* var. *aculeaticarpa* presentan vasos agrupados en dos, rara vez se encuentran grupos de tres. En el caso de *M. luisana*, se observan principalmente tres vasos agrupados, pero se pueden llegar hasta seis (Fig. 1A-B).

Elementos de vaso

Los dos taxa tienen elementos de vaso con paredes delgadas, aunque el diámetro tangencial de los vasos difiere. En el caso de *M. aculeaticarpa* var. *aculeaticarpa,* la madera temprana tiene vasos de diámetro mediano y en la madera tardía son de diámetro pequeño; en *M. luisana,* solo hay

Cuadro 2: Características de los elementos de vaso de *Mimosa aculeaticarpa* Ortega var. *aculeaticarpa* y *M. luisana* Brandegee.

Mimosa aculeaticarpa var. *aculeaticarpa*						
Variables	Media ± desviación estándar		Valor mínimo		Valor máximo	
	Temprana	Tardía	Temprana	Tardía	Temprana	Tardía
Vasos/mm^2	19.44 ± 2.0	16.77 ± 6.7	4	6	30	33
Ø tangencial del vaso (µm)	106.26 ± 5.1	38.3 ± 5.8	55	22.5	152.5	57.5
Grosor de la pared de los elementos de vaso (µm)	4.53 ± 1.2	2.83 ± 0.57	3.3	2.5	6.6	4.1
Longitud de los elementos vaso (µm)	167.5 ± 6.5	193.2 ± 4.0	100	100	237.5	250
Mimosa luisana						
	Media ± desviación estándar		Valor mínimo		Valor máximo	
Vasos/mm^2	35.5± 2.63		22		49	
Ø tangencial del vaso (µm)	50.3± 2.9		25		70	
Grosor de la pared de los elementos de vaso (µm)	7.17± 0.61		5		10	
Longitud de los elementos vaso (µm)	159.1 ± 9.0		50		250	

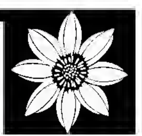


Figura 1: Cortes anatómicos de la madera de *Mimosa aculeaticarpa* Ortega var. *aculeaticarpa* y *Mimosa luisana* Brandegee. A. y C. *M. aculeaticarpa*; B. y D. *M. luisana*; A. B. cortes transversales; C. D. cortes tangenciales. Escala: 100 µm.

de diámetro pequeño (Cuadro 2). Asimismo ambos presentan elementos de vaso cortos. Cabe señalar que en *M. aculeaticarpa* var. *aculeaticarpa*, los de la madera tardía son más largos que los de la madera temprana (Cuadro 2).

Ambos taxa tienen elementos de vaso con placa de perforación simple, punteaduras intervasculares alternas, areoladas, y en *M. luisana*, además son ornamentadas (Fig. 1C y Fig. 2A, C y D). Entre los taxa existen diferencias estadísticamente significativas con relación al diámetro de la punteadura intervascular y del lumen de la punteadura, siendo *M. luisana* la que mostró el mayor diámetro en ambos casos (Cuadro 3).

Parénquima axial

En ambos taxa se observó parénquima axial paratraqueal abundante y apotraqueal difuso. En el caso de *M. aculeaticarpa* var. *aculeaticarpa*, la madera temprana posee esencialmente parénquima aliforme, pero también presenta aliforme confluente, que une de dos a cuatro vasos, seguido de parénquima vasicéntrico y unilateral. En la madera tardía abunda el parénquima vasicéntrico, aliforme confluente, que une de dos a seis vasos, aliforme y unilateral (Fig. 1A).

El parénquima en la madera de *M. luisana*, primariamente, es aliforme confluente, que une de dos a ocho vasos, de manera que es un parénquima en bandas con más de tres células de ancho, seguido de aliforme, vasicéntrico y unilateral (Fig. 1B). En los dos taxa, las células del parénquima axial forman cordones cortos (Fig. 1C y D); sin embargo, *M. aculeaticarpa* var. *aculeaticarpa* presenta los cordones más largos, mostrando diferencias estadísticamente significativas con los de *M. luisana* (Cuadro 3). En el caso de *M. aculeaticarpa* var. *aculeaticarpa*, los cordones están

Cuadro 3: Estadística descriptiva y *t*-Student correspondientes a: punteaduras, parénquima axial, radios, fibras y traqueidas vasicéntricas de *Mimosa aculeaticarpa* Ortega var. *aculeaticarpa* y *M. luisana* Brandegee. Los valores seguidos con la misma letra indica que no hubo diferencia significativa, con P <0.05. Ø=Diámetro, ns=no significativo.

Variables	Taxa	Media ± desviación estándar	Valor mínimo	Valor máximo	t-Student ($P \leq 0.05$)	
					t	P
Ø de la punteadura intervascular (µm)	*M. aculeaticarpa* var. *aculeaticarpa*	4.76 ± 0.10[b]	3.12	7.05	4.9680	0.007662
	M. luisana	6.2 ± 0.50[a]	5	7.5		
Ø del lumen de la punteadura intervascular (µm)	*M. aculeaticarpa* var. *aculeaticarpa*	2.76 ± 0.3[b]	2.02	3.42	3.3288	0.029139
	M. luisana	3.73 ± 0.50[a]	2.5	5.0		
Longitud del cordón de parénquima (µm)	*M. aculeaticarpa* var. *aculeaticarpa*	279.08 ± 20.87[a]	123.4	462.74	8.8392	0.000904
	M. luisana	164.93 ± 8.06[b]	115	235		
Radios/mm	*M. aculeaticarpa var. aculeaticarpa*	6.71 ± 0.68[a]	4	10	2.9675	0.041245
	M. luisana	5.20 ± 0.32[b]	3	8		
Altura de radios (µm)	*M. aculeaticarpa* var. *aculeaticarpa*	236.67 ± 39.73[a]	90	540	5.4473	0.005516
	M. luisana	107.67 ± 10.19[b]	55	230		
Anchura de radios (µm)	*M. aculeaticarpa var. aculeaticarpa*	17.87 ± 3.15	10	35	0.5346	0.621278[ns]
	M. luisana	19.20 ± 2.96	10	25		
Longitud de fibras (µm)	*M. aculeaticarpa* var. *aculeaticarpa*	674.0 ± 8.06	553.33	830	0.7726	0.482864[ns]
	M. luisana	661.73 ± 31.14	480	890		
Ø del lumen de la fibra (µm)	*M. aculeaticarpa* var. *aculeaticarpa*	7.83 ± 0.11	5	5	2.0612	0.108304[ns]
	M. luisana	6.0 ± 0.16	10	17.5		
Grosor de la pared de la fibra (µm)	*M. aculeaticarpa* var. *aculeaticarpa*	5.83 ± 0.36	3.33	10	1.1329	0.320575[ns]
	M. luisana	5.0 ± 0	5	5		
Longitud de traqueidas vasicéntricas (µm)	*M. aculeaticarpa* var. *aculeaticarpa*	668.27 ± 8.81	546.67	800	0.7990	0.469026[ns]
	M. luisana	659.33 ± 26.7	486.67	890		

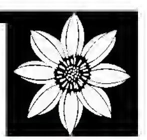


Figura 2: Cortes anatómicos de la madera de A. y C. *Mimosa aculeaticarpa* Ortega var. *aculeaticarpa,* y B. y D. *Mimosa luisana* Brandegee. A. y B. cortes radiales; C. y D. cortes tangenciales, punteaduras areoladas, alternas y ornamentadas. Escala: 10 µm.

constituidos por una célula, rara vez se observan dos (Fig. 1C), mientras que en *M. luisana* están integrados por series de dos células y, rara vez, se observan una o tres células (Fig. 1D). Cabe mencionar que, únicamente las células del parénquima de *M. luisana* presentan de dos a 14 cristales prismáticos, cada uno de ellos ubicado en una cámara.

Radios y fibras

Los dos taxa presentan radios numerosos, pero existen diferencias significativas entre ellos, siendo *M. aculeaticarpa* var. *aculeaticarpa* la que presenta el mayor número de radios/mm y estos son esencialmente uniseriados, aunque hay biseriados (Fig. 1C). En *M. luisana* los radios son principalmente biseriados, pero también existen uniseriados (Fig. 1D). En ambos taxa, los radios son homocelulares, bajos y finos y están compuestos por células procumbentes (Fig. 2A y B). Estadísticamente, *M. aculeaticarpa* var. *aculeaticarpa* presenta los radios más altos (Cuadro 3). Por otro lado, las fibras son de longitud corta, diámetro fino y pared delgada. Además, presentan traqueidas vasicéntricas de longitud corta; sin embargo, en *M. aculeaticarpa* var. *aculeaticarpa* solo se encuentran en la madera temprana (Cuadro 3).

Índices de Vulnerabilidad y Mesomorfía

El IV muestra diferencias estadísticamente significativas entre los taxa ($t=7.0560$; $P=0.002128$). El valor más alto corresponde a *M. aculeaticarpa* var. *aculeaticarpa* (4.05), lo que indica que es más vulnerable a la sequía. Además, presenta el IM superior (729.05), mientras que los valores más bajos, tanto de IV como de IM, corresponden a *M. luisana* (1.42 y 226.71, respectivamente), lo que sugiere que esta especie es más resistente a la sequía. No obstante, debido a que ambos taxa presentan un IM superior a 200, se considera que presentan un xilema mesomórfico.

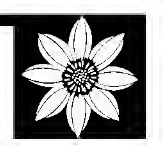
Discusión

De manera general, las características anatómicas de la madera observadas en ambos taxa de *Mimosa* son similares a las ya reportadas para la subfamilia Mimosoideae (Evans et al., 2006) y, en específico, para el género *Mimosa* (Heringer y De Paula, 1979; Marchiori, 1982; 1985; 1996; Maccari y Marchiori, 1994; Montaño-Arias, 2010). No obstante, el análisis en conjunto de trabajos previos sobre este tema y de los resultados obtenidos en este estudio muestra diferencias a nivel específico, en cuanto al tipo de porosidad, diámetro y longitud de los elementos vasculares (p. ej. vasos, traqueidas vasicéntricas) y altura de los radios, entre otros, por lo que es posible considerar que estos caracteres están influenciados por el ambiente (Woodcock, 1994; Wodzicki, 2001; León, 2005; Montaño-Arias et al., 2011). En cambio, otros caracteres como la predominancia de algún tipo de parénquima y el tipo de placas de perforación, son caracteres que, de acuerdo con Polanco y Grande (2009), están relacionados con los procesos evolutivos de las plantas.

Porosidad

La porosidad, ya sea anular o difusa, ha sido asociada con la disponibilidad de agua (Gilbert, 1940 en Moglia y Giménez, 1998; Bissing, 1982). La porosidad anular observada en *M. aculeaticarpa* var. *aculeaticarpa* también ha sido encontrada en otros taxa de *Mimosa*, como *M. acantholoba* (H. & B. ex Willd.) Poir. var. *eurycarpa* (B.L. Rob.) Barneby, *M. benthamii* J.F. Macbr. var. *benthamii, M. lacerata* Rose y *M. texana* (A. Gray) Small var. *filipes* (Britton & Rose) Barneby (Montaño-Arias, 2010). Sin embargo, es relevante señalar que la muestra de madera de *M. aculeaticarpa* var. *aculeaticarpa* proviene de un clima cálido-húmedo, con estacionalidad marcada, mientras que las de *M. acantholoba* var. *eurycarpa, M. benthamii* var. *benthamii, M. lacerata* y *M. texana* var. *filipes* provienen de climas semisecos, igualmente con estacionalidad marcada (Montaño-Arias, 2010).

De acuerdo con Gutiérrez (2009), el hecho de que haya una estacionalidad marcada favorece el desarrollo de una porosidad anular y, por lo tanto, la diferenciación de madera temprana y madera tardía. Según Woodcock (1994), el significado funcional de la porosidad anular deriva en una conducción rápida en la madera temprana, a través de los vasos de mayor diámetro, y la madera tardía



garantiza la seguridad de la columna de agua mediante sus vasos pequeños. No obstante, en especies de zonas templadas, es más común observar maderas con porosidad anular que en especies de regiones áridas o semiáridas (Moglia y Giménez, 1998). Lo anterior concuerda con los resultados obtenidos, ya que *M. aculeaticarpa* var. *aculeaticarpa* (porosidad anular) fue colectada en una zona templada subhúmeda en bosque de pino-encino, mientras que *M. luisana* (porosidad difusa) fue colectada en una zona semiárida, en matorral xerófilo.

Además, a nivel mundial se ha estudiado la anatomía de la madera de 43 especies de *Mimosa*, de las ca. 530 existentes (Särkinen et al., 2011; Simon et al., 2011). De estos 43, 74% presenta porosidad difusa, 21% tiene porosidad anular y únicamente 5%, porosidad semianular. Al respecto, Gilbert (1940 en Moglia y Giménez, 1998) considera la porosidad difusa como una ventaja para transportar la escasa cantidad de agua existente en el hábitat. Con base en lo anterior, la predominancia de los taxa con porosidad difusa en ecosistemas secos también explica, entre otros factores, por qué el género *Mimosa* es uno de los elementos dominantes o co-dominantes en estos ambientes.

Elementos de vaso

Ambos taxa presentan vasos numerosos, característica común no solo de las leguminosas que habitan en sitios secos (Silva et al., 1989; Moglia y Giménez, 1998), sino del género *Mimosa* (Montaño-Arias, 2010; Montaño-Arias et al., 2013). Aunque los vasos numerosos son considerados como característicos de las especies xerófitas (Carlquist y Hoekman, 1985), también se han reportado en taxa de climas fríos (Miller, 1975), ya que en este tipo de ambientes las plantas incluso sufren de estrés hídrico (agua en forma de hielo o nieve). De acuerdo con León (2001), un mayor número de vasos está relacionado con el clima al darse un incremento de la sequía o una disminución de la temperatura del sitio donde se desarrolla la planta. Este dato es consistente con los resultados obtenidos, ya que *M. luisana* presentó el mayor número de vasos/mm^2, siendo un taxon que habita en un sitio cálido seco. Esta tendencia también ha sido observada en otras especies del género, como *M. cruenta* Benth., *M. daleoides* Benth., *M. leucaenoides* Benth., e incluso en otras mimosoideas como *Acacia macracatha* Benth., *Calliandra gracilis* Klotzsch (ahora *Zapoteca formosa* (Kunth) H.M.Hern. subsp. *gracilis* (Griseb.) H.M.Hern., *Leucaena trichodes* Benth. y *Pithecellobium saman* (Jacq.) Benth. (ahora *Samanea saman* (Jacq.) Merril) que habitan zonas secas (Silva et al., 1989).

Asimismo, los vasos de la madera temprana de *M. aculeaticarpa* var. *aculeaticarpa* presentan diámetros medianos, al igual que los de la madera de *M. tenuiflora* (Willd.) Poir. (Montaño-Arias, 2010). De acuerdo con Carlquist (2001), esto favorece el manejo de grandes cantidades de agua por unidad de tiempo por vaso. Lo anterior sugiere que *M. aculeaticarpa* var. *aculeaticarpa* está adaptada para manejar mayores volúmenes de agua (estación de lluvias), en comparación con los vasos de diámetro pequeño de la madera tardía (estación de secas). En el caso de la madera de *M. luisana*, los vasos son más pequeños, indicando una mayor resistencia a la cavitación y, por consiguiente, éstos contribuyen a reducir los embolismos (Polanco y Grande, 2009; Giménez et al., 2012) y muestran resistencia al estrés hídrico (Montaño-Arias et al., 2013).

La presencia de vasos agrupados es una ventaja, ya que confieren una mayor seguridad en la conducción de agua (Baas y Carlquist, 1985; Carlquist y Hoekman, 1985; Barajas-Morales, 1985), disminuyendo el riesgo por embolia (Moglia y Giménez, 1998). En este estudio, los resultados muestran que ambos taxa tienen vasos agrupados; sin embargo, *M. luisana* los presenta en mayor número, sugiriendo que su madera es la que provee mayor seguridad a la columna de agua.

Las paredes delgadas de los elementos de vaso han sido asociadas a lugares húmedos (Montaño-Arias et al., 2013), lo que coincide con la madera de *M. aculeaticarpa* var. *aculeaticarpa*, que crece en un clima subhúmedo. Aunque en *M. luisana* los elementos de vaso también tienen paredes delgadas, su grosor es aproximadamente del doble de un vaso de la madera temprana y tres veces

el grosor de la pared de un vaso de la madera tardía de *M. aculeaticarpa* var. *aculeaticarpa*.

Longitud de elementos de vaso, placas de perforación y punteaduras intervasculares

La longitud de los elementos de vaso es un rasgo de adaptación evolutiva, ya que a medida que éstos sean más cortos (Zimmermann, 1978) y anchos, habrá mayor seguridad en la conducción del agua. Los resultados muestran que ambos taxa tienen elementos de vaso cortos, por lo que ambos proveen seguridad en el proceso conductivo. Además, los resultados son consistentes con lo reportado por Carlquist y Hoekman (1985), en cuanto a que la longitud de los elementos de vaso disminuye con la aridez, ya que *M. luisana* tiene los elementos de vaso más cortos y se ubica en un hábitat con menor humedad que el ambiente en donde se establece de *M. aculeaticarpa* var. *aculeaticarpa*. Esta tendencia también ha sido observada en *M. leucaenoides* que presenta los elementos de vaso más cortos que los taxa estudiados (Montaño-Arias et al., 2013).

De acuerdo con Carlquist (1975, 2001) y Montaño-Arias et al. (2013), los elementos de vaso de longitud corta son considerados los más fuertes, a causa del estrechamiento formado por la pared del elemento de vaso, aún en aquellos que presentan placa de perforación simple, ya que esto permite resistir grandes presiones y deformaciones relacionadas con las tensiones de la columna de agua.

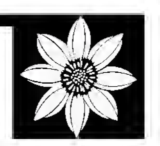
La presencia de placas de perforación simple implica una óptima conducción (Moglia y López, 2001) genera un aumento en la conductividad hidráulica, pero produce una mayor vulnerabilidad a los embolismos (Polanco y Grande, 2009). Sin embargo, esta vulnerabilidad es reducida cuando las placas de perforación simple están acompañadas por punteaduras intervasculares alternas y, más aún, cuando éstas son ornamentadas, ya que proporcionan tensión superficial mayor y disminuyen la propagación del émbolo (Jansen et al., 2003; 2004). Por un lado, las punteaduras intervasculares permiten el flujo de agua a los vasos adyacentes (Zweypfenning, 1978) y, por otro, la ornamentación retiene las burbujas de aire provocadas por una pérdida en la presión del agua (Carlquist, 1982; Choat et al., 2004) y, de esta forma, evitan la cavitación (Silva et al., 2011). En este estudio, únicamente *M. luisana* presentó punteaduras intervasculares ornamentadas. Cabe mencionar que este tipo de punteaduras también han sido reportadas en otros 17 taxa de *Mimosa* (p. ej. *M. bimucronata* (DC.) Kuntze, Cozzo, 1951; *M. eriocarpa* Benth., Carnieletto y Marchiori, 1993; *M. incana* (Spreng.) Benth., Marchiori, 1996; *M. micropteris* Benth., da Silva-Pereira et al., 2013; *M. pilulifera* Benth., Marchiori y Muñiz, 1997, y *M. sparsa* Benth., Maccari y Marchiori, 1994).

Parénquima axial, radios y fibras

De acuerdo con Aguilar-Rodríguez y Barajas-Morales (2005), el parénquima axial es un carácter relacionado con aspectos anatómico-evolutivos de las angiospermas, considerando que el parénquima aliforme y el aliforme confluente son los más evolucionados (Polanco y Grande, 2009). Con base en lo anterior, se sugiere que *M. luisana* es un taxon más reciente, ya que en su madera predominan ambos tipos de parénquima; sin embargo, esto debe fortalecerse con la realización de estudios de tipo ecofiléticos.

Aunque Carlquist (2001) y León (2001) han señalado que la altura de los radios posee una baja influencia ambiental, varios autores señalan lo contrario. Por ejemplo, Barajas-Morales (1985) reporta que la presencia de radios altos está asociada a especies que habitan en sitios mésicos, lo que coincide con los resultados obtenidos, ya que *M. aculeaticarpa* var. *aculeaticarpa* crece en este tipo de sitios y presenta radios más altos que *M. luisana*.

Por su parte, Novaes et al. (2010) mencionan que existe una relación directa entre la altura de los radios y la disponibilidad de agua en el sitio, de modo que los radios bajos implican que, en el sitio, existe poca disponibilidad de agua. Aún más, Alves y Angyalossy-Alfonso (2002) y Amano (2007) señalan que, además de la altura de los radios, el grosor de la pared de las fibras, también está relacionado con la disponibilidad de agua. Estos autores reportan que las fibras con pared gruesa son frecuentes en



especies de zonas áridas. Sin embargo, los dos taxa aquí estudiados, así como *M. detinens* Benth., *M. adpressa* H. et A., *M. ostenii* Speg. ex Burk., *M. uliginosa* Chod. et Hassl. y *M. scabrella* Benth. (Cozzo, 1951), entre otras, presentan fibras de paredes delgadas, independientemente del sitio en el que se desarrollan, lo que no coincide con lo reportado por estos autores. En forma adicional, de acuerdo con Polanco y Grande (2009), los resultados sugieren que ambos taxa tienen, en términos anatómico-evolutivos, una madera avanzada por presentar elementos de vaso con placa de perforación simple, asociados a fibras libriformes.

Por otro lado, las fibras se asocian con un alto número de vasos solitarios, lo que sugiere que los taxa están establecidos en un hábitat con alto grado de aridez. Esto permite entender por qué ambos tienen traqueidas vasicéntricas como un elemento conductor adicional orientado hacia la seguridad, que permita transportar la escasa cantidad de agua existente en su hábitat. *Mimosa aculeaticarpa* var. *aculeaticarpa* presenta traqueidas vasicéntricas únicamente en la madera temprana, lo que indica que, durante la estación de lluvias, requiere de elementos conductores adicionales que le permitan transportar el agua. Además, la presencia de este carácter les confiere a ambos taxa una mayor seguridad en la conducción de agua (Montaño-Arias et al., 2013), volviéndolas más competitivas, ya que las traqueidas vasicéntricas funcionan como un sistema de conducción subsidiario o alternativo que cumple la misma función que los vasos agrupados (Moglia y Giménez, 1998).

Índices de Vulnerabilidad y Mesomorfía

Ambos taxa presentan un alto número de vasos reflejado en un IV superior a la unidad, por lo que se considera que son vulnerables a la sequía. Sin embargo, el IV que muestra la madera de *M. aculeaticarpa* var. *aculeaticarpa* supera casi tres veces el IV de *M. luisana*, lo que indica que esta última es la más resistente a la sequía.

Los IV son similares a los reportados en *M. tenuiflora* (6.26), *M. tejupilcana* R. Grether & A. Martínez-Bernal (4.09), *M. hexandra* Micheli. (3.56), *M. bahamensis* Benth. (3.36) y *M. leucaenoides* (1.81), y coinciden en que son taxa vulnerables pero con un xilema adaptado para resistir la sequía (Montaño-Arias et al., 2013).

Respecto al IM, los taxa estudiados presentaron un xilema de tipo mesomórfico. Este tipo de xilema ya ha sido reportado para *M. bahamensis*, *M. hexandra*, *M. leucaenoides*, *M. tejupilcana* y *M. tenuiflora*. Sin embargo, el valor de IM de *M. luisana* es más parecido con *M. leucaenoides* (276.77) debido a que son taxa que habitan en ambientes secos. El valor de IM de *M. aculeaticarpa* var. *aculeaticarpa* se parece al de *M. tejupilcana* (727.76), ya que ambas crecen en ambientes subhúmedos. El xilema mesomórfico en conjunto con valores de IV menores a cinco sugiere que los taxa estudiados tienen un sistema de conducción seguro y eficaz para el movimiento del agua (León, 2001, 2001-2002).

Conclusiones

Los taxa estudiados tienen un xilema adaptado para resistir períodos de escasez de agua que les permite vivir y adaptarse a los ambientes en los que habitan. Se reconoce que la existencia de elementos de vaso de diámetro tangencial pequeño, longitud corta, con placa de perforación simple, punteaduras intervasculares ornamentadas y la presencia de traqueidas vasicéntricas contribuyen a la seguridad en la conducción de agua y son caracteres distintivos de taxa con capacidad de adaptación a diferentes tipos de hábitats.

La estructura de la madera es solo una más de las múltiples estrategias adaptativas (p. ej. hojas pequeñas y plantas caducifolias) que tienen los taxa estudiados para resistir o tolerar los períodos de escasez de agua. Asimismo, la comparación de estos resultados, con relación a lo reportado para otros taxa del género *Mimosa*, revela que taxa, tanto de climas templados como secos, presentan estrategias adaptativas semejantes, lo que explica su capacidad de colonizar ambientes desfavorables; es decir, aquellos hábitats en los que existen condiciones extremas de temperatura y/o precipitación.

Es preciso mencionar que, a pesar de que se ha estudiado la anatomía de la madera de 43 especies de

Mimosa, son pocos los trabajos que tienen un enfoque ecoanatómico y/o ecofisiológico (Barajas-Morales, 1985; Barajas-Morales y León-Gómez, 1989; Montaño-Arias et al., 2013), lo que pone de manifiesto la necesidad de avanzar en esta línea para una evaluación comparativa que permita sugerir los taxa idóneos para diferentes ambientes en México. Algunas de las descripciones anatómicas llegan a ser ambiguas, ya que en ellas no se mencionan algunos caracteres o no dan una explicación de la característica encontrada lo que impide llegar a una conclusión ecoanatómica que integre a todos los taxa estudiados hasta ahora. No obstante, los resultados aquí presentados son útiles para sugerir la factibilidad de la reforestación de ecosistemas secos y mésicos. Se propone a *M. luisana* para restaurar ambientes secos y a *M. aculeaticarpa* var. *aculeaticarpa* para lugares mésicos.

Contribuciones de autores

SAMA, SLCR y RGG concibieron y diseñaron el estudio, trabajo de campo, el diseño y desarrollo experimental. SAMA, SLCR, RGG, en colaboración con DDP, realizaron el análisis e interpretación de los datos. SAMA redactó el manuscrito con ayuda de SLCR, RGG y DDP. Todos los autores contribuyeron con la discusión, revisión y aprobación del manuscrito final.

Financiamiento

Este estudio fue apoyado por la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa, proyecto “Biología y ecología del género *Mimosa* (Leguminosae-Mimosoideae) en ecosistemas áridos y semiáridos de México: el caso del Valle de Tehuacán-Cuicatlán como un sistema modelo. Fase 1.” y por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por la beca de doctorado (228993/211528) otorgada a SAMA.

Agradecimientos

Al Doctorado en Ciencias Biológicas y de la Salud de la Universidad Autónoma Metropolitana y al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT).

Literatura citada

Aguilar-Rodríguez, S. y J. Barajas-Morales. 2005. Anatomía de la madera de especies arbóreas de un bosque mesófilo de montaña: un enfoque ecológico-evolutivo. Boletín de la Sociedad Botánica de México 77: 51-58.

Alves, E. S. y V. Angyalossy-Alfonso. 2002. Ecological trends in the wood anatomy of some Brazilian species. 2. Axial parenchyma, rays and fibers. The International Association of Woods Anatomists Journal 23(4): 391-418.

Amano, E. 2007. Pau-brasil, madeira e casca: formação, desenvolvimento e estrutura. Tese doutorado em ciências, área Botânica. Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo. São Paulo, Brasil. 107 pp. DOI: http://dx.doi.org/10.11606/T.41.2007.tde-25102007-181719

Araque, A. y H. W. León. 2006. Anatomía comparada del leño de *Spondias mombin* L. (Anacardiaceae) que crece en zonas de banco y bajío en la Reserva Forestal Caparo (Barinas, Venezuela). Revista Forestal Venezolana 50(1): 9-17.

Baas, P. 1973. The wood anatomical range in *Ilex* (Aquifoliaceae) and its ecological and phylogenetic significance. Blumea 21: 193-258.

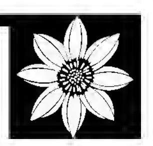
Baas, P. y S. Carlquist. 1985. A comparison of ecological wood anatomy of the floras of southern California and Israel. The International Association of Wood Anatomists Bulletin 6(4): 349-353. DOI: http://dx.doi.org/10.1163/22941932-90000961

Barajas-Morales, J. 1985. Wood structural differences between trees of two tropical forests in Mexico. The International Association of Wood Anatomists Bulletin 6(4): 355-365. DOI: http://dx.doi.org/10.1163/22941932-90000962

Barajas-Morales, J. y C. León-Gómez. 1989. Anatomía de maderas de México: especies de una selva baja caducifolia. Publicaciones Especiales 1. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Biología. México, D.F., México. Pp. 79-80.

Baretta-Kuipers, T. 1981. Wood anatomy of Leguminosae: its relevance to taxonomy. In: Polhill, R. M. y P. H. Raven (eds.). Advances in Legume Systematics. Royal Botanic Gardens. Kew, UK. Pp. 677-705.

Barneby, R. C. 1991. Sensitivae Censitae. A description of the genus *Mimosa* L. (Mimosaceae) in the New World. Memoirs of The New York Botanical Garden 65: 1-835.



Bissing, D. R. 1982. Variation in qualitative anatomical features of the xylem of selected dicotyledonous woods in relation to water availability. The Bulletin of the Torrey Botanical Club 109: 371-384.

Camargo-Ricalde, S. L., R. Grether, A. Martínez-Bernal, V. García-García y S. Barrios-del-Rosal. 2001. Especies útiles del género *Mimosa* (Fabaceae-Mimosoideae) en México. Boletín de la Sociedad Botánica de México 68: 33-44.

Camargo-Ricalde, S. L., S. S. Dhillion y R. Grether. 2002. Community structure of endemic *Mimosa* species and environmental heterogeneity in a semi-arid Mexican valley. Journal of Vegetation Science 13(5): 697-704.

Camargo-Ricalde, S. L., I. Reyes-Jaramillo y N. M. Montaño. 2010a. Forestry insularity effect of four *Mimosa* L. species (Leguminosae-Mimosoideae) on soil nutrients of a Mexican semiarid ecosystem. Agroforest Systems 80: 385-397. DOI: http://dx.doi.org/10.1007/s10457-010-9330-y

Camargo-Ricalde, S. L., N. M. Montaño, I. Reyes-Jaramillo, C. Jiménez-González y S. S. Dhillion. 2010b. Effect of mycorrhizae on seedlings of six endemic *Mimosa* L. species (Leguminosae-Mimosoideae) from the semi-arid Tehuacán-Cuicatlán Valley, Mexico. Trees-Structure and Function 24: 67-78. DOI: http://dx.doi.org/10.1007/s00468-009-0379-z

Carlquist, S. 1975. Ecological strategies of xylem evolution. University of California Press. Berkeley, USA. 259 pp.

Carlquist, S. 1977. Ecological factors in wood evolution: a floristic approach. American Journal of Botany 64(7): 887-896.

Carlquist, S. 1982. Wood anatomy of Onagraceae: further species; root anatomy; significance of vestured pits and allied structures in dicotyledons. Annals of the Missouri Botanical Garden 69(4): 755-769. DOI: http://dx.doi.org/10.2307/2398995

Carlquist, S. 2001. Comparative wood anatomy. Systematic, ecological and evolutionary aspects of dicotyledon wood. Springer Verlag. Berlín, Germany. 457 pp. DOI: http://dx.doi.org/10.1007/978-3-662-04578-7

Carlquist, S. y D. Hoekman. 1985. Ecological wood anatomy of the woody southern California Flora. The International Association of Wood Anatomists Bulletin 6(4): 319-347.

Carnieletto, C. y J. N. C. Marchiori. 1993. Anatomia da madeira de *Mimosa eriocarpa* Benth. Ciência Florestal 3(1): 107-120.

Chehaibar, M. y R. Grether. 1990. Anatomía de la madera de algunas especies del género *Mimosa* (Leguminosae). Boletín de la Sociedad Botánica de México 50: 3-17.

Choat, B., S. Jansen, M. A. Zwieniecki, E. Smets y N. M. Holbrook. 2004. Changes in pit membrane porosity due to deflection and stretching: the role of vestured pits. Journal of Experimental Botany 55(402): 1569-1575. DOI: http://dx.doi.org/10.1093/jxb/erh173

Cozzo, D. 1951. Anatomía del leño secundario de las Leguminosas Mimosoideas y Caesalpinoideas Argentinas, silvestres y cultivadas. Revista del Instituto Nacional de Investigación de las Ciencias Naturales y Museo Argentino de Ciencias Naturales Bernardino Rivadavia-Ciencias Biológicas 2(2): 63-146.

Cozzo, D. y L. Q. Cristiani. 1950. Los géneros de fanerógamas argentinas con estructura leñosa estratificada. Revista del Instituto Nacional de Investigación de las Ciencias Naturales y Museo Argentino de Ciencias Naturales Bernardino Rivadavia-Ciencias Biológicas 1: 363-405.

da Silva-Pereira, A. C., A. M. Siegloch y J. N. C. Marchiori. 2013. Anatomia do lenho de *Mimosa micropteris* Benth. Balduinia 40: 18-22.

de la Barrera, E. y A. Andrade. 2005. Challenges to plant megadiversity: how environmental physiology can help. New Phytologist 167(1): 5-8.

de Lima, R. S., P. L. De Oliveira y L. R. Rodrigues. 2009. Anatomia do lenho de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong. (Leguminosae-Mimosoideae) ocorrente em dois ambientes. Revista Brasileira de Botânica 32: 361-374. DOI: http://dx.doi.org/10.1590/S0100-84042009000200015

Evans, J. A., P. E. Gasson y G. P. Lewis. 2006. Wood anatomy of the Mimosoideae (Leguminosae). The International Association of Wood Anatomists Journal Supplement 5: 1-117.

Figueroa, M. E., A. M. Giménez, P. Hernández, C. Gaillard de Benítez y G. Lorenz. 2011. Ecological wood anatomy of *Allenrolfea vaginata* (Griseb.) Kuntze (Chenopodiaceae)

in saline environments in Santiago del Estero. Ecología Austral 21(3): 339-352.

Fisher, B. J., G. Goldstein, T. J. Jones y S. Cordell. 2007. Wood vessel diameter is related to elevation and genotype in the Hawaiian tree *Metrosideros polymorpha* (Myrtaceae). American Journal of Botany 94(5): 709-715. DOI: http://dx.doi.org/10.3732/ajb.94.5.709

García, E. 2004. Modificaciones al Sistema de Clasificación climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F., México. 90 pp.

Giménez, A. M., F. Calatayu, M. E. Figueroa y J. Díaz-Zirpolo. 2012. Anatomía de leño de *Maytenus vitis-idaea* y *M. viscifolia* (Celastraceae). Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica 47: 351-362.

Grether, R., S. L. Camargo-Ricalde y A. Martínez-Bernal. 1996. Especies del género *Mimosa* (Leguminosae) presentes en México. Boletín de la Sociedad Botánica de México 58: 149-152.

Grether, R., A. Martínez-Berna y S. L. Camargo-Ricalde. 2007. *Mimosa*. Flora del Bajío y de regiones adyacentes 150: 140-183.

Gutiérrez, M. E. 2009. La dendrocronología: métodos y aplicaciones. In*:* Nieto, X. y M. A. Cau (eds.). Arqueologia nàutica mediterrània CASC, Museo de Arqueología de Catalunya. Catalunya, España. Pp. 309-322.

Heringer, E. P. y J. E. de Paula. 1979. Um novon par vicariante: *Mimosa schomburgkii* Benth. e *Mimosa artemisiana* Heringer & Paula sp. nov. (Floresta Atlántica). XXX Congresso Nacional de Botânica do Brasil. Anais Sociedade Botânica e Brasil 30: 75-82.

Hintze, J. 2001. Number cruncher statistical system (NCSS) 2001. NCSS, LLC. Kaysville, USA. www.ncss.com.

IAWA Committee. 1989. The International Association of Woods Anatomists list of microscopic features for hardwood identification. The International Association of Wood Anatomists Bulletin 10: 219-332.

Jansen, S., P. Baas, P. Gasson, F. Lens y E. Smets. 2004. Variation in xylem structure from tropics to tundra: evidence from vestured pits. Proceedings of the National Academy of Sciences USA 101(23): 8833-8837. DOI: http://dx.doi.org/10.1073/pnas.0402621101

Jansen, S., P. Baas, P. Gasson y E. Smets. 2003. Vestured pits: do they promote safer water transport? International Journal of Plant Sciences 164(3): 405-413. DOI: http://dx.doi.org/10.1086/374369

Johansen, D. A. 1940. Plant Microtechnique. Mc Graw Hill. Nueva York, USA. 523 pp.

Jono, V. 2009. Anatomia ecológica do Lenho e actividade cambial de *Roupala rhombifolia* (Proteaceae) na Serra do Cipó (MG). Dissertação de mestrado, área Botânica. Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo. São Paulo, Brasil. 75 pp. DOI: http://dx.doi.org/10.11606/D.41.2009.tde-13072009-113356

León, H. W. 2001. Anatomía del leño, aspectos ecológicos y filogenia en mangles de Venezuela. Revista Forestal Venezolana 45(2): 191-203.

León, H. W. 2001-2002. Anatomía xilemática del tronco de *Pereskia guamacho* (Cactaceae) procedente de Mérida-Venezuela. Pittieria 31: 41-49.

León, H. W. 2005. Anatomía ecológica del xilema secundario de un bosque seco tropical de Venezuela. Acta Botánica Venezuelica 28: 257-274.

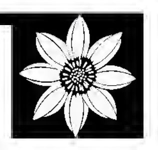
Lindorf, H. 1994. Eco-anatomical wood features of species from a very dry tropical forest. The International Association of Wood Anatomists Bulletin 15(4): 361-376. DOI: http://dx.doi.org/10.1163/22941932-90001370

Luchi, A. E. 1998. Periodicidade de crescimento em *Hymenaea courbaril* L. e anatomia ecológica do lenho de espécies de mata ciliar. Tese de doutorado, área Botânica. Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo. São Paulo, Brasil. 236 pp.

Maccari, A. y J. N. C. Marchiori. 1994. Estudo anatômico do xilema secundário de *Mimosa sparsa* Benth. Ciência Florestal 4: 145-155.

Marchiori, J. N. C. 1982. A estrutura do xilema secundário de *Mimosa daleoides* Benth. (Leguminosae-Mimosoideae). Ciência e Natura 4: 107-113.

Marchiori, J. N. C. 1985. Anatomia da madeira de *Mimosa cruenta* Benth. (Leguminosae Mimosoideae). Ciência e Natura 7: 73-81.



Marchiori, J. N. C. 1993. Anatomia da madeira e casca do maricá, *Mimosa bimucronata* (DC.) Kuntze. Ciência Florestal 3: 85-106.

Marchiori, J. N. C. 1996. Anatomia do xilema secundário de *Mimosa incana* (Spreng.) Benth. Ciência Florestal 6(1): 53-63.

Marchiori, J. N. C. y B. G. Muñiz. 1997. Estudo anatômico do xilema secundário de *Mimosa trachycarpa* Benth. Ciência Rural 27(2): 223-228. DOI: http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84781997000200009

Martínez-Bernal, A. y R. Grether. 2006. *Mimosa*. Flora del Valle de Tehuacán-Cuicatlán 44: 42-108.

Miller, H. 1975. Anatomical characteristics of some woody plants of the Angmassalik district of southeast Greenland. Meddelelser om Grønland 198: 1-30.

Moglia, G. y A. Giménez. 1998. Rasgos anatómicos característicos del hidrosistema de las principales especies arbóreas de la región chaqueña argentina. Investigación Agraria. Sistemas y Recursos Forestales 7: 53-71.

Moglia, J. y C. López. 2001. Tendencias de variación radial del leño en *Aspidosperma* Quebracho Blanco. Investigación Agraria. Sistemas y Recursos Forestales 10(1): 69-79.

Montaño-Arias, S. A. 2010. Anatomía comparada de la madera de especies arbóreas mexicanas del género *Mimosa* sección *Batocaulon* (Leguminosae). Tesis de maestría. Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa. México, D.F., México. 141 pp.

Montaño-Arias, S. A., S. L. Camargo-Ricalde, R. Grether y C. De la Paz Pérez-Olvera. 2011. La madera en función del ambiente: un análisis ecoanatómico. Elementos Ciencia y Cultura 18(83): 19-24.

Montaño-Arias, S. A., S. L. Camargo-Ricalde y C. De la Paz Pérez-Olvera. 2013. Ecoanatomía de los elementos de vaso de la madera de cinco especies del género *Mimosa* L. (Leguminosae-Mimosoideae). Botanical Sciences 91(1): 1-10.

Novaes, F., Ch. Callado, M. V. Pereira-Moura y H. R. P. Lima. 2010. Wood anatomy of *Mollinedia glabra* (Spreng.) Perkins (Monimiaceae) in two restinga vegetation formations at Rio das Ostras, RJ, Brazil. Anais da Academia Brasileira de Ciências 82(4): 915-924. DOI: http://dx.doi.org/10.1590/S001-37652010000400014

Parra, M. J. 2010. Determinación de índices de vulnerabilidad y mesomorfia en especies de laurales de la selva San Eusebio (Mérida, Venezuela). Pittieria 34: 13-22.

Polanco, T. C. y P. D. C. Grande. 2009. Análisis ecoanatómico, evolutivo y comparativo de la madera de 40 especies de dos asociaciones del bosque alto andino colombiano. Colombia Forestal 12: 183-203. DOI: http://dx.doi.org/10.14483/udistrital.jour.colomb.for.2009.1.a13

Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Limusa. México, D.F., México. 482 pp.

Rzedowski, J. 1991. Diversidad y orígenes de la flora fanerogámica de México. Acta Botanica Mexicana 14: 3-21.

Särkinen, T. E., J. L. Marcelo-Peña, A. D. Yomona, M. F. Simon, R. T. Pennington y C. E. Hughes. 2011. Underestimated endemic species diversity in the dry inter-Andean valley of the Río Marañón, northern Peru: An example from *Mimosa* (Leguminosae, Mimosoideae). Taxon 60: 139-150.

Silva, A., Blanco C. y H. Lindorf. 1989. Anatomía de la madera de nueve leguminosas de Venezuela. Acta Botanica Brasilica 2(1): 115-134. DOI: http://dx.doi.org/10.1590/S0102-33061988000300011

Silva, L. B. D., F. D. A. R. D. Santos, P. Gasson y D. Cutler. 2011. Comparative study of *Mimosa ophthalmocentra* Mart. ex Benth. and *Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir. (Fabaceae-Mimosoideae) wood in the caatinga of Northeast Brazil. Acta Botanica Brasilica 25: 301-314. DOI: http://dx.doi.org/10.1590/S0102-33062011000200006

Simon, M. F., R. Grether, L. P. de Queiroz, T. E. Sarkinen, V. F. Dutra y C. E. Hughes 2011. The evolutionary history of *Mimosa* (Leguminosae): towards a phylogeny of the sensitive plants. American Journal of Botany 98(7): 1201-1221. DOI: http://dx.doi.org/10.3732/ ajb.1000520

Sokal, R. y F. Rohlf. 1995. Biometry. Freeman and Company. San Francisco, USA. 887 pp.

Sosa, V. y P. Dávila. 1994. Una evaluación del conocimiento florístico de México. Annals of the Missouri Botanical Garden 81(4): 749-757. DOI: http://dx.doi.org/10.2307/2399919

Wodzicki, T. J. 2001. Natural factors affecting wood structure. Wood Science and Technology 35: 5-26. DOI: http://dx.doi.org/10.1007/s002260100085

Woodcock, D. W. 1994. Occurrence of woods with a gradation in vessel diameter across the ring. The International Association of Wood Anatomists 15: 377-385. DOI: http://dx.doi.org/10.1163/22941932-90001371

Zimmermann, M. 1978. Vessel ends and the disruption of water flow in plants. Phytopathology 68: 253-255. DOI: http://dx.doi.org/10.1094/Phyto-68-253

Zweypfenning, R. C. V. J. 1978. A hypothesis on the function of vestured pits. The International Association of Wood Anatomists Bulletin 1: 3-15.

Acta Botanica Mexicana 118: 121-138 Enero 2017

Nuevos registros de algas verdes marinas (Ulvophyceae) para Tabasco, México

New records of marine green algae (Ulvophyceae) from Tabasco, Mexico

Nataly Quiroz-González[1,3], Daniel León-Álvarez[2] y Ma. Guadalupe Rivas-Acuña[1]

1 Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, División Académica de Ciencias Biológicas, 0.5 km carretera Cárdenas, 86000 Villahermosa, Tabasco, México.
2 Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ciencias, Herbario, Laboratorio de Ficología y Sección de Algas, 04510 CDMX, México.
3 Autor para la correspondencia: natalyquirozgonzalez@gmail.com

Citar como:
Quiroz-González, N., D. León-Álvarez y M. G. Rivas-Acuña. 2017. Nuevos registros de algas verdes marinas (Ulvophyceae) para Tabasco, México. Acta Botanica Mexicana 118: 121-138. DOI: http://dx.doi.org/10.21829/abm118. 2017.1204

Recibido: 22 de octubre de 2015.
Revisado: 9 de mayo de 2016.
Aceptado: 12 de octubre de 2016.

DOI:
http://dx.doi.org/10.21829/abm118. 2017.1204

Resumen:

Antecedentes y Objetivos: El conocimiento de la ficoflora en el estado de Tabasco es escaso, se tienen 38 registros de Rhodophyta, siete de Ochrophyta, y solo cinco de Chlorophyta. Además, a nivel nacional es el estado costero con el menor número de publicaciones del tema. Se desarrolló el presente trabajo para contribuir al conocimiento de la flora algal del estado, particularmente al de Chlorophyta.

Métodos: Se revisó material procedente de los herbarios de la Facultad de Ciencias de la UNAM (FCME) y de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT). Se llevaron a cabo dos periodos de muestreo en temporada de lluvias y secas en siete localidades del litoral tabasqueño. El material recolectado fue preservado en formol a 4%. Se realizaron observaciones de talos completos y cortes con microscopios estereoscópico y óptico. La identificación se llevó a cabo con literatura especializada.

Resultados clave: Se reportan 17 nuevos registros de especies de algas marinas verdes para la costa de Tabasco, pertenecientes a siete géneros, cinco familias y cuatro órdenes. Los órdenes con mayor riqueza específica fueron Ulvales y Cladophorales con ocho y siete especies, respectivamente. Las familias con mayor número de especies fueron Cladophoraceae y Ulvaceae con siete cada una. El género más diverso fue *Ulva*, con siete especies.

Conclusiones: El número de algas marinas de la clase Ulvophyceae registradas en Tabasco asciende de cinco a 22 reportes, lo que representa 18% de las especies de Chlorophyta registradas para el Golfo de México. Es la primera vez que se reporta *Chaetomorpha nodosa* para las costas mexicanas.

Palabras clave: clorofitas, *Chaetomorpha nodosa*, Golfo de México, macroalgas, riqueza específica.

Abstract:

Background and Aims: The knowledge of the phycoflora in the state of Tabasco is scarce, with 38 records of Rhodophyta, seven of Ochrophyta, and only five of Chlorophyta. Additionally, at national level it is the coastal state with the lowest number of publications about this topic. Therefore, this study was developed to contribute to the knowledge of its algal flora, particularly of Chlorophyta.

Methods: Material of the herbaria of the Faculty of Sciences of the UNAM (FCME) and the Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT) was revised. Two sampling periods were conducted during the rainy and dry seasons in seven locations on the coast of Tabasco. The collected material was preserved in formaldehyde at 4%. Observations of the thalli and sections were made with stereoscopic and light microscopes. Identification was carried out with specialized literature.

Key results: Seventeen new records of species of green algae are presented for the coast of Tabasco, belonging to seven genera, five families and four orders. The orders with the highest species richness were Cladophorales and Ulvales, with eight and seven species, respectively. Families with the highest species number were Ulvaceae and Cladophoraceae with seven each. The most diverse genus was *Ulva*, with seven species.

Conclusions: The number of seaweeds of the class Ulvophyceae registered in Tabasco rises from five to 22 records, representing 18% of Chlorophyta species recorded for the Gulf of Mexico. It is the first time that *Chaetomorpha nodosa* is reported for the coast of Mexico.

Key words: chlorophytes, *Chaetomorpha nodosa*, Gulf of Mexico, macroalgae, species richness.

Introducción

La diversidad de algas marinas mexicanas se estima en 1100 especies en el Pacífico, mientras que para el Atlántico oscila en 800 especies (Pedroche et al., 2009). Para el Golfo de México y el Mar Caribe, Ortega et al. (2001) señalan que se han registrado 238 géneros y 651 especies de algas marinas bénticas, siendo dominantes las Rhodophyceae y Chlorophyceae.

Los estudios realizados por diversos autores para conocer la ficoflora del Golfo de México (González-González et al., 1996; Ortega et al., 2001; Garduño-Solórzano et al., 2005) han incluido principalmente los estados de Campeche, Tamaulipas, Veracruz y Yucatán. El conocimiento que se tiene de la flora ficológica de Tabasco es escaso, siendo notablemente excluido en las exploraciones ficológicas, lo que se refleja en el bajo número de especies registradas para el estado. A nivel nacional, Tabasco ocupa el último lugar en diversidad de algas marinas (Dreckmann et al., 2006) en relación a todos los grupos, incluyendo las Chlorophyta, de las cuales existen 132 especies reportadas para el Golfo de México (Pedroche y Sentíes, 2003).

Los estudios de mayor importancia realizados sobre las algas marinas en Tabasco son los de Orozco y Dreckmann (1995), Ramírez (1995), Dreckmann y De Lara-Issasi (2000) y Sentíes y Dreckmann (2013), donde en total se dan a conocer 50 taxa de macroalgas marinas para el litoral tabasqueño, de las cuales cinco corresponden a la clase Ulvophyceae.

El objetivo de este trabajo es contribuir al conocimiento de la ficoflora del estado de Tabasco, particularmente en lo que respecta a las Ulvophyceae. Se presenta un listado florístico, así como las descripciones e ilustraciones de los nuevos registros para el área de estudio.

Materiales y métodos

Zona de estudio

El estado de Tabasco está ubicado en el sureste de la República Mexicana entre las coordenadas 17°15'00" y 18°39'07" de latitud norte y 90°50'23" y 94°07'49" de longitud oeste. Limita al norte con el Golfo de México, al noroeste con Campeche, al sureste con Guatemala, al sur con Chiapas y al oeste con Veracruz. El clima es de tipo cálido-húmedo, con una media anual de 26 °C (West et al., 1985).

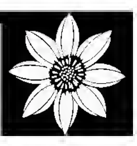
Su zona costera posee una ligera inclinación hacia el Golfo de México, se caracteriza por ser una planicie sedimentaria originada de la fuente interior de los ríos y la consecuente depositación se hace a través de humedales, estuarios, llanuras de inundación, manglares y/o pantanos marinos. Las playas bajas arenosas están constituidas principalmente por arcillas, limos, arenas y materia orgánica; también se presentan sedimentos no consolidados, los cuales están sujetos a la acción constante del oleaje (West et al., 1985). Dichas características no favorecen el desarrollo de muchas especies de algas bentónicas.

El litoral del estado de Tabasco presenta 191 km de longitud (Sánchez y Barba, 2005). Las localidades de estudio pertenecen a los municipios de Cárdenas, Centla y Paraíso (Cuadro 1 y Figura 1).

Cárdenas presenta cerca de 67 km de costa y posee varias lagunas costeras de extensión considerable, tales como la laguna El Carmen, laguna El Pajonal, laguna Machona y laguna Redonda. No se encuentran desembocaduras de ríos en este municipio. Centla tiene cerca de 75 km de costa en donde desembocan los ríos González, Grijalva, y San Pedro y San Pablo. Paraíso posee alrededor de 38 km de costa y en su territorio se encuentra la laguna de Mecoacán, la cual es de gran importancia económica. En su costa desembocan los ríos Seco, González y Verde.

Trabajo de herbario y de campo

Se realizó una revisión del material ficológico procedente de Tabasco en las colecciones de los herbarios de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México (FCME) y en el herbario de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT). Con los datos recabados se determinaron los sitios y la temporada de muestreo para el trabajo de campo.



Cuadro 1: Localidades de muestreo en el estado de Tabasco, México.

Municipio	Localidad	Georreferencia
Cárdenas	Puerto Andrés Sánchez Magallanes	18°17'42.91"N / 93°50'49.33"O
	Playa las Brisas	18°17'26.65"N / 93°52'20.38"O
Centla	Playa Pico de Oro	18°27'30.86"N / 92°51'17.57"O
	Playa Miramar	18°29'00.34"N / 92°47'44.65"O
Paraíso	Playa Paraíso	18°25'47.93"N / 93°12'4.60"O
	Puerto de Dos Bocas	18°26'39.77"N / 93°07'12.29"O
	Poblado Chiltepec	18°25'43.29"N / 93°05'00.88"O

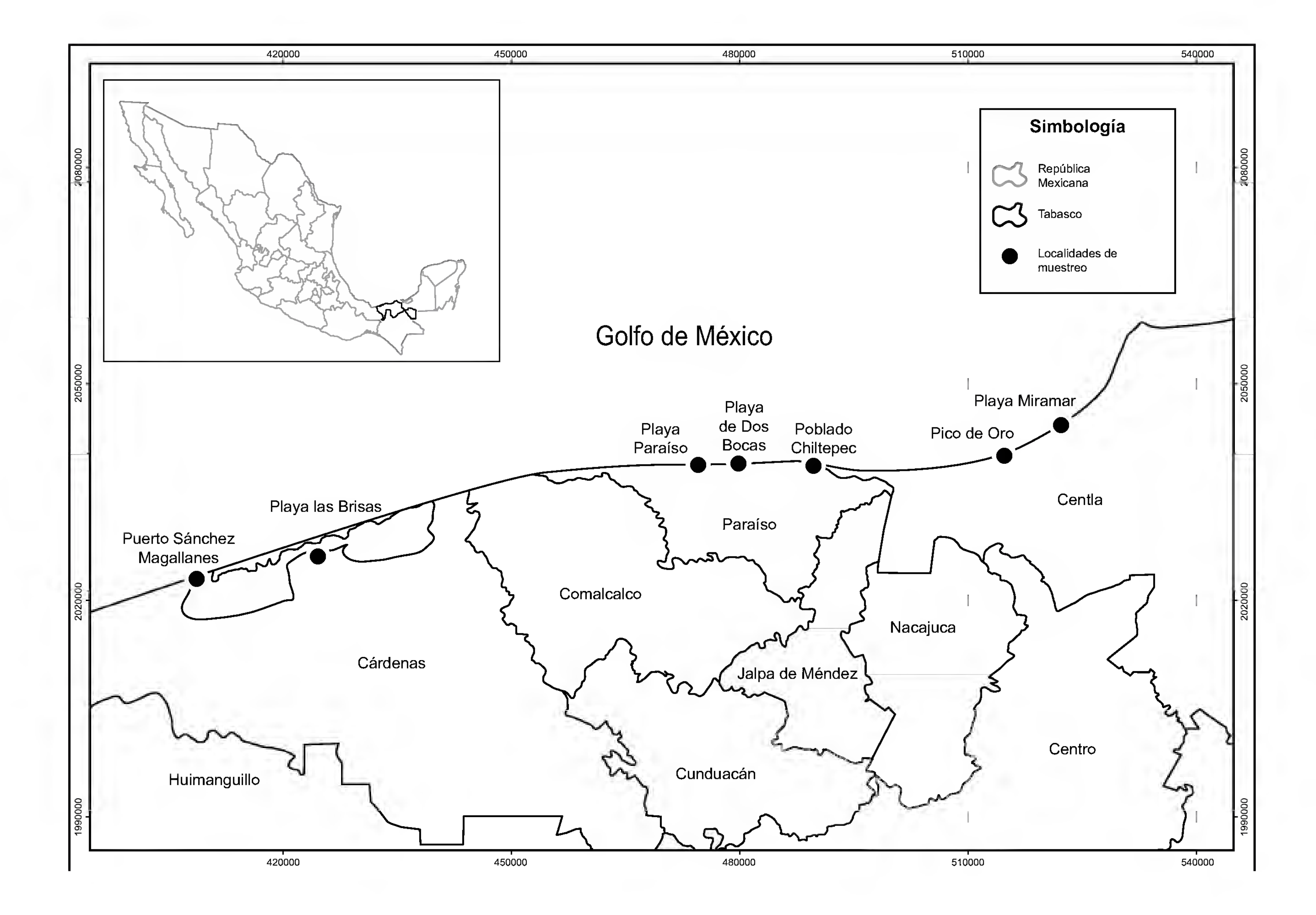


Figura 1: Ubicación del área de estudio y de las localidades de muestreo.

Paralelamente se efectuaron tres exploraciones ficológicas en la zona de estudio durante la época de secas (en mayo de 2012) y la época de lluvias (en octubre de 2012). Los organismos se recolectaron manualmente con espátula y navaja de campo en la zona intermareal y en las escolleras. Para cada ejemplar se tomaron las georreferencias con un GPS (GARMIN 60 CSx, Kansas, EUA), se anotaron datos ecológicos como el epifitismo y tipo de sustrato, datos ambientales como exposición al oleaje y nivel de marea, así como biológicos, forma de crecimiento (marañas, mechones, cespitosos o matorrales), coloración, textura (liso, áspero o aterciopelado) y consistencia

(algodonoso, blando, carnoso, coriáceo, esponjoso, pétreo o semiduro). Las muestras se trasladaron al herbario de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT) y se fijaron con formol a 4% en agua de mar (Lot y Chiang, 1986).

Procesamiento y descripción de muestras

Los ejemplares se observaron con estereoscopio (Olympus SZ2-IL-ST, Tokio, Japón y ZEIGEN ZEZEZ2100, Ciudad de México, México). Se realizaron preparaciones semipermanentes y en fresco, se llevaron a cabo cortes histológicos o de secciones del talo en forma transversal. Los cortes se realizaron manualmente con una navaja de disección, los montajes semipermanentes se fijaron con gelatina glicerinada a 75%, teñida con cristal violeta (Castellaro et al., 2007). Para la observación y toma de medidas celulares se empleó un microscopio compuesto (Olympus modelo CX31RTSF, Tokio, Japón). Se realizaron las descripciones e ilustraciones de los ejemplares.

Identificación taxonómica

Se determinó el material ficológico con el uso de las siguientes obras: Taylor (1960), Littler et al. (1989), Littler y Littler (2000) y Peruzzi et al. (2009). Para la actualización nomenclatural y sistemática se utilizó AlgaeBase (Guiry y Guiry, 2016). Además, se compararon caracteres taxonómicos con los citados por Mendoza-González y Mateo-Cid (1996), Ceballos (2008), Ardito y García (2009), Miranda et al. (2009), Morón y Ardito (2010), y Solé y Pardo (2010).

Se integraron los números de cada preparación y las especies identificadas en la base de datos del sistema de información de la sección de algas del herbario de la Universidad Nacional Autónoma de México y del herbario de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Las muestras fueron depositadas en el herbario UJAT.

Resultados

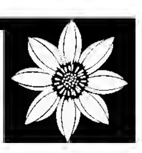
De acuerdo con la clasificación actual establecida por Guiry y Guiry (2016), las algas verdes de este estudio se incluyen en la clase Ulvophyceae. Se identificaron 17 especies de Ulvophyceae marinas pertenecientes a siete géneros, cinco familias y cuatro órdenes (Cuadro 2), se presenta además un ejemplar que fue solo identificado a nivel de género. Todas las especies listadas en este trabajo son nuevos reportes para Tabasco. Además, se presentan tres nuevos registros de orden, cuatro de familia y seis nuevos registros a nivel de género. *Chaetomorpha nodosa* Kütz. es reportada por primera vez para las costas mexicanas.

Los órdenes que presentaron mayor riqueza de especies fueron Ulvales y Cladophorales con ocho y siete especies respectivamente. A su vez las familias con mayor número de especies fueron Cladophoraceae y Ulvaceae con siete cada una, mientras que el género más diverso fue *Ulva* L. con siete especies que representan más de la tercera parte de los nuevos registros.

El número de taxa de Ulvophyceae para Tabasco ascendió de cinco a 22, lo que representa 18% de las especies de Chlorophyta reportadas para el Golfo de México. La ficoflora del estado aumentó de 50 a 67 taxa, incluyendo los reportes previos para este grupo, así como los de algas rojas y pardas. El número de localidades exploradas en Tabasco se incrementó a 12 sitios, al sumar los lugares previamente estudiados por Ramírez (1995), Orozco y Dreckmann (1995), Sentíes y Dreckmann (2013) y los considerados en este estudio (Cuadro 3). La localidad con mayor número de especies fue el Puerto Andrés Sánchez Magallanes (Cárdenas) con 10 especies; sin embargo, el municipio con mayor riqueza de especies fue Paraíso, con 12. Por otro lado, el municipio de Centla presentó el menor número (1) (Cuadro 3).

Las algas se encontraron sobre distintos sustratos: 47.4% de las especies sobre arena y sustratos artificiales como escolleras, basura, costales y telas, 26.3% en sustratos como otras algas, troncos y conchas de animales, mientras que 15.8% fueron exclusivamente flotadoras, el resto (10.5%) se encontraron flotando y en un sustrato biótico. Las escolleras fueron el sustrato más frecuente.

Los sustratos de tipo biótico más frecuentes fueron algas y conchas de ostión (*Crassostrea virginica* Gmelin). *Rhizoclonium riparium* (Roth) Harvey se encontró como epífito de *Gracilaria* sp. También se colectaron ejem-



Cuadro 2: Nuevos registros de Ulvophyceae marinas de Tabasco, usando la clasificación de Guiry y Guiry (2016). *Género previamente reportado por Sentíes y Dreckmann (2013). En negritas el nuevo registro para las costas mexicanas.

Clase	Orden	Familia	Género	Especie
Ulvophyceae	Bryopsidales	Caulerpaceae	**Caulerpa*	*C. sertularioides* f. *brevipes* (J. Agardh) Sved.
	Cladophorales	Cladophoraceae	*Chaetomorpha*	*C. antennina* (Bory) Kütz.
				C. gracilis Kütz.
				C. nodosa Kütz.
			Cladophora	*Cladophora* sp.
				C. vagabunda (L.) Hoek
			Rhizoclonium	*R. crassipellitum* W.y G.S. West
				R. riparium (Roth) Harv.
				R. tortuosum (Dillwyn) Kütz.
	Ulotrichales	Ulotrichaceae	*Ulothrix*	*U. flacca* (Dillwyn) Thur.
	Ulvales	Kornmanniaceae	*Blidingia*	*B. marginata* P.J.L. Dang. ex Bliding
		Ulvaceae	*Ulva*	*U. compressa* L.
				U. fasciata Delile
				U. flexuosa Wulfen
				U. intestinalis L.
				U. lactuca L.
				U. prolifera O.F. Müller
				U. rigida C. Agardh

plares que fueron hospederos de otras especies: *Chaetomorpha antennina* (Bory) Kütz. fue hospedero para *Sahlingia subintegra* (Rosenv.) Kornmann y *Erythrotrichia carnea* (Dillwyn) J. Agardh, *Chaetomorpha nodosa* para *E. carnea,* y *Ulva rigida* C. Agardh para *Grateloupia filicina* (Lamouroux) C. Agardh.

Respecto a las temporadas, se observaron nueve especies solo en la temporada de lluvias, seis únicamente para la temporada de secas y tres para ambas estaciones (Cuadro 3).

Descripciones morfológicas

Blidingia marginata (J. Agardh) P.J.L. Dang. ex Bliding. Figs. 3G-H.

Talo filamentoso, color verde pálido; filamentos libres, enredados, como una borla, unidos al sustrato por un disco basal, de 5 cm de largo, de 55-75 µm de ancho; ramificaciones ligeramente curvadas; células dispuestas en hileras longitudinales particularmente a lo largo de los márgenes, cuadradas a poliédricas de 7-13 µm de diámetro; cloroplasto estrellado con un único pirenoide central prominente.

Ejemplares examinados: MÉXICO. Tabasco, Cárdenas, Playa las Brisas, 25.X.2009, *H. Martínez CA103* (UJAT). Paraíso: Playa Paraíso Escollera Oeste, 25.X.2012, *N. Quiroz et al. CA126* (UJAT).

Referencias: Taylor, 1960; Peruzzi et al., 2009.

Cuadro 3: Especies registradas por localidad de estudio y su relación con el sustrato. X: presencia de la especie por localidad. Localidades. SM: Puerto Andrés Sánchez Magallanes; PB: Playa las Brisas; PO; Pico de Oro; PM: Playa Miramar; PDB: Puerto de Dos Bocas; PPEO: Playa Paraíso Escollera Oeste; PCH: Poblado Chiltepec. Sustrato. Ro: rocas (Escolleras); An: animales; Fl: flotadoras; Ar: arena, Al: algas; Co: costales; Tr: troncos; Te: telas. Acrónimos. CA: Colección Algas (UJAT); GM: Golfo de México (FCME). L: recolectada en temporada de lluvias; S: recolectada en temporada de secas.

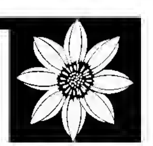
Referencias de herbario	Taxa	Localidades							Sustrato
		Cárdenas		Centla		Paraíso			
		SM	PB	PO	PM	PDB	PPEO	PCH	
CA2	*Caulerpa sertularioides* f. *brevipes*						x-L		Ro
GM79, GM391, GM399,GM402, GM406, CA115, CA132, CA163, CA204	*Chaetomorpha antennina*	x-L,S					x-L		An, Ro
CA129	*C.gracilis*	x-L							Fl
CA246	*C. nodosa*	x-L							An, Fl
CA244,CA132	*Cladophora* sp.	x-S							Ar
GM391, GM400, GM401, GM402	*C. vagabunda*						x-L		Ro
CA121	*Rhizoclonium crassipellitum*				x-S				Fl
CA84	*Rhizoclonium riparium*					x-S			Al, Fl
CA88	*Rhizoclonium tortuosum*					x-S			Fl
CA246	*Ulothrix flacca*	x-L							Co
CA103, CA126	*Blidingia marginata*		x-L				x-S		Ro
CA112	*Ulva compressa*							x-S	Ar
GM391, GM395, GM401, CA132	*U. fasciata*	x-L					x-L		An, Ro
GM71, GM401, GM406, CA2	*U. flexuosa*	x-L					x-L		Ro
GM391,CA114, C246	*U. intestinalis*	x-L					x-L	x-L	An, Tr,Ro,Co
CA89, CA211	*U. lactuca*	x-L				x-S			An,Ro
CA2	*U. prolifera*					x-S	x-S		Ro
CA131, CA132, CA163, CA203, CA243	*U. rigida*	x-L							An, Ro, Co, Te

Caulerpa sertularioides f. *brevipes* (J. Agardh) Sved. Figs. 2A-D.

Talo color verde claro, con un estolón principal de 2-2.5 mm de diámetro, de 10 cm de largo a partir del cual surgen frondas erectas y rizoides postrados; frondas erectas de 1.2-2.5 cm de largo, de 0.4-0.9 cm de ancho, ramificación de primer orden, pinnadas, aplanadas, rámulas opuestas, curvadas hacia arriba, estrechas en la base, ápice con mucrón, 180-330 µm de diámetro, de 3-11 mm de largo.

Ejemplares examinados: MÉXICO. Tabasco, Paraíso, Playa Paraíso Escollera Oeste, 15.VIII.1989, *D. León CA2* (UJAT).

Referencia: Taylor, 1960.



Chaetomorpha antennina (Bory) Kütz. Figs. 2E-G.

Talo filamentoso, color verde brillante, no ramificado, gregario, con forma de mechón, unidos por un disco basal; filamentos de 1.4-5.5 cm de longitud; células cilíndricas de 530-700 µm de diámetro, 2-3 diámetros de longitud; célula basal cónica de 100-700 µm de diámetro, de 10.4-17 diámetros de longitud, varias constricciones anulares cercanas a la base; los rizoides se ramifican y poseen leves estrías longitudinales; célula apical redondeada.

Ejemplares examinados: MÉXICO. Tabasco, Paraíso, Playa Paraíso Escollera Oeste, 15.VIII.1989, *D. León GM79*, *GM391*, *GM399*, *GM402*, *GM406* (FCME). Cárdenas, Puerto Andrés Sánchez Magallanes, 02.IV.2011, *J. Zamudio CA115* (UJAT); 27.X.2012, *N. Quiroz et al. CA132* (UJAT); 27.X.2012, *I. Torres y C. Guerrero CA163* (UJAT); 27.X.2012, *J. Arias y I. Torres CA204* (UJAT).

Referencia: Littler y Littler, 2000.

Chaetomorpha gracilis Kütz. Figs. 2H-I.

Talo filamentoso, color verde brillante; filamentos uniseriados libres y enredados, no ramificados, ligeramente curvados, con pared celular gruesa; células cilíndricas de 60-75 µm de diámetro, de 2 diámetros de longitud; célula basal de 125-250 µm de largo, con abundantes cloroplastos reticulados.

Ejemplares examinados: MÉXICO. Tabasco, Cárdenas, Puerto Andrés Sánchez Magallanes, 27.X.2012, *N. Quiroz et al. CA129* (UJAT).

Referencias: Taylor, 1960; Ardito y García, 2009.

Chaetomorpha nodosa Kütz. Fig. 3A.

Talo filamentoso, color verde oscuro, no ramificado, aislado o formando grupos de dos a tres individuos; filamentos de 1-4 cm de largo, unidos al sustrato por una célula basal recta con base discoide; célula basal cónica, más larga que ancha, de 20-25 µm diámetro, de 2.5-6 diámetros de longitud; el resto de las células con paredes lameladas y leves constricciones, de 31-41 µm de diámetro, de 0.6-1 diámetros de longitud; célula apical redondeada.

Ejemplares examinados: MÉXICO. Tabasco, Cárdenas, Puerto Andrés Sánchez Magallanes, 02.IX.2012, *O. Hernández CA246* (UJAT).

Referencia: Taylor, 1960; Dawes y Mathieson, 2008.

Nota: Nuevo registro para las costas de México de acuerdo con Guiry y Guiry (2016).

Cladophora vagabunda (L.) Hoek. Fig. 3C.

Talo filamentoso, color verde-pardo a verde brillante, gregario, con un eje principal, ramificaciones pseudodicotómicas y pseudotricotómicas hacia la base, hacia la parte superior ramificación unilateral en distintos planos, ramificaciones de hasta sexto orden; zona de crecimiento hacia la base; células de los ejes principales de 168-280 µm de diámetro, de 10-22 diámetros de longitud; células del resto del filamento de 120-200 µm de diámetro, de 7 diámetros de longitud; células apicales cónicas, con parte distal redonda, obtusa de 30-40 µm de diámetro, de 5-7 diámetros de longitud.

Ejemplares examinados: MÉXICO. Tabasco, Paraíso, Playa Paraíso Escollera Oeste, 15.VIII.1989, *D. León GM391, GM400, GM401, GM402* (FCME).

Referencias: Ceballos, 2008; Dawes y Mathieson, 2008.

Cladophora sp. Fig. 3B.

Talo filamentoso, color verde brillante, con un eje principal, ramificación alterna en más de un plano hasta de tercer orden, en la parte superior la ramificación es unilateral; paredes celulares gruesas, abundantes cloroplastos; células de los ejes principales de 120-200 µm, de 7 diámetros de longitud; células del resto del filamento de

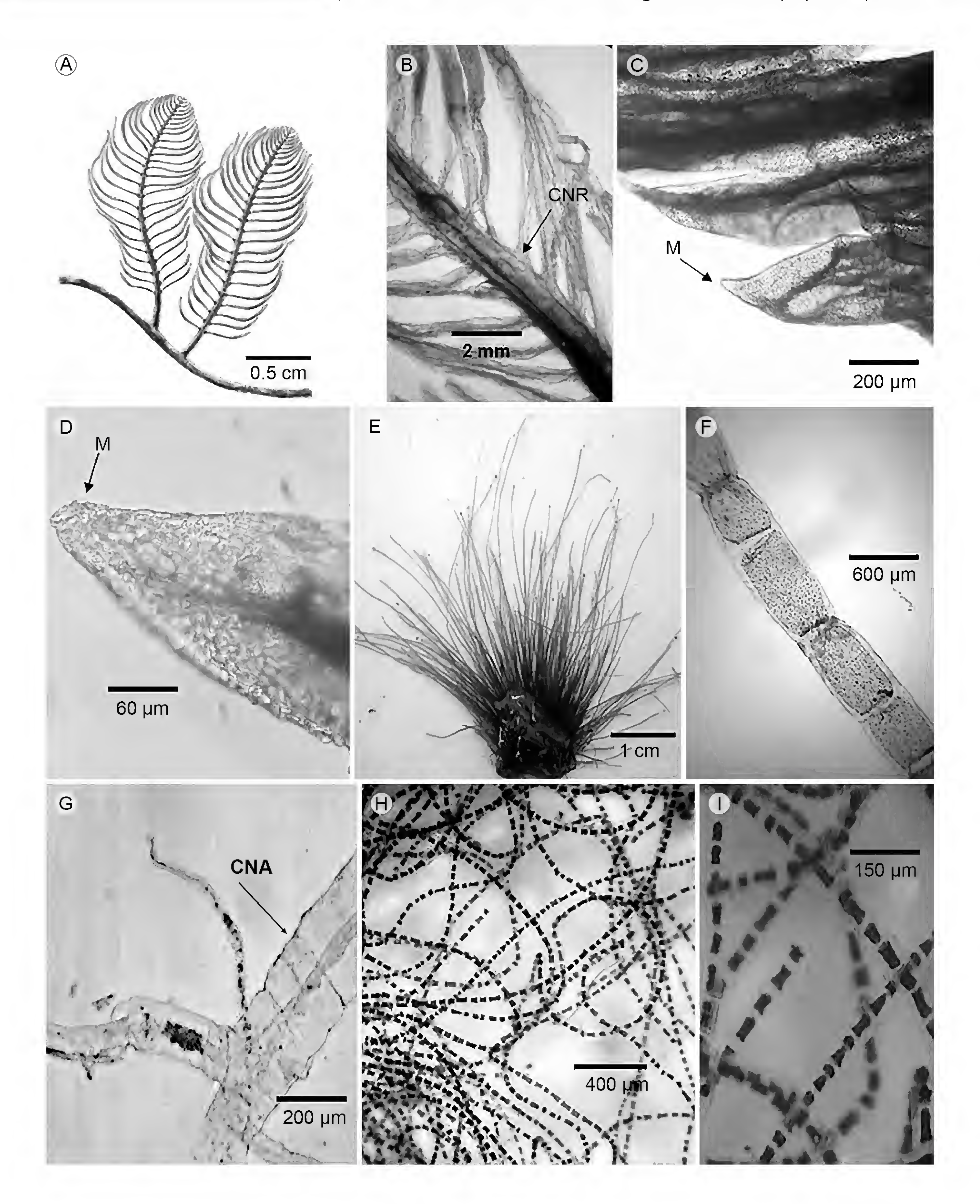
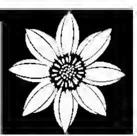


Figura 2: A. talo de *Caulerpa sertularioides* f. *brevipes* (J. Agardh) Sved.; B. detalle de ramulas de *C. sertularioides* f. *brevipes*, constricción basal (CNR); C. y D. detalle del ápice de las rámulas (M, mucrón); E. talo de *Chaetomorpha antennina* (Bory) Kütz.; F. detalle del filamento en *C. antennina*; G. célula basal y rizoides de *C. antennina*, constricciones anulares (CNA); H. talo de *Chaetomorpha gracilis* Kütz.; I. detalle del talo de *C. gracilis*.



102-113 µm de diámetro, de 0.5-2 diámetros de longitud; células apicales con forma cónica, con punta redonda de 34-90 µm de diámetro, de 3 diámetros de longitud.

Ejemplares examinados: MÉXICO. Tabasco, Cárdenas, Puerto Andrés Sánchez Magallanes, 02.IX.2012, *O. Hernández CA244* (UJAT); 27.X.2012, *N. Quiroz et al. CA132* (UJAT).

Referencia: Taylor, 1960.

Rhizoclonium crassipellitum W. & G.S. West. Fig. 3D.

Talo filamentoso, color verde limón, enredado, con consistencia algodonosa; filamentos ligeramente curvados, sin ramificaciones, de 30-43 µm de diámetro; células de 48-115 µm de largo, equivalente a 2-3 diámetros de longitud; cloroplastos adosados a las paredes y reticulados.

Ejemplares examinados: MÉXICO. Tabasco, Centla, Playa Miramar, 27.X.2012, *N. Quiroz, et al. CA121* (UJAT).

Referencia: Taylor, 1960.

Rhizoclonium riparium (Roth) Harv. Fig. 3E.

Talo filamentoso, color verde amarillento, con consistencia algodonosa; filamentos curvados, con escasas ramificaciones, de 10-17 µm de diámetro; células de 38-84 µm de largo, equivalente a 4-6 diámetros de longitud; cloroplastos adosados en las paredes parietalmente.

Ejemplares examinados: MÉXICO. Tabasco, Paraíso, Puerto de Dos Bocas, 12.IV.2008, *S. Marín CA84* (UJAT).

Referencia: Taylor, 1960.

Rhizoclonium tortuosum (Dillwyn) Kütz. Fig. 3F.

Talo filamentoso color verde oscuro, formando masas flotantes, crecimiento parecido a una borla; predominantemente erectos, sin una estructura visible de fijación, consistencia algodonosa; células de 50-70 µm de diámetro, de 48-115 µm de largo, equivalente a 1-2 diámetros de largo; paredes celulares gruesas de 17-20 µm de ancho; cloroplastos reticulados.

Ejemplares examinados: MÉXICO. Tabasco, Paraíso, Puerto de Dos Bocas, 26.V.2008, *K. González CA88* (UJAT).

Referencia: Taylor, 1960.

Ulothrix flacca (Dillwyn) Thur. Fig. 3I.

Talo filamentoso, color verde brillante; filamentos uniseriados sin ramificaciones con múltiples septos, de 23-39 µm de diámetro; células de 10-37 µm de diámetro con paredes anchas, de 6-7 µm de ancho, de 28-45 µm de largo; cloroplastos en forma de anillo y con disposición parietal en las células; de 1 a 2 pirenoides.

Ejemplares examinados: MÉXICO. Tabasco, Cárdenas, Puerto Andrés Sánchez Magallanes, 02.X.2012, *O. Hernández CA246* (UJAT).

Referencia: Taylor, 1960.

Ulva compressa L. Figs. 4A, G.

Talo monostromático, tubular y hueco, color verde-amarillento, comprimido hacia el ápice; bordes lisos, con constricciones, talos torcidos, ramifican hacia la base y sus ramas parten de un mismo eje; talo de 0.1-0.4 cm de ancho, de 1.3-3.6 cm de largo; células en vista superficial no muestran un patrón de organización definida, forma irregular o rectangular con bordes angulares, de 6-14 µm de diámetro.

Ejemplares examinados: MÉXICO. Tabasco, Paraíso, Playa el Varadero, 25.X.2012, *D. González CA112* (UJAT).

Referencias: Taylor, 1960; Hayden et al., 2003; Ceballos, 2008; Dawes y Mathieson, 2008.

Ulva fasciata Delile. Figs. 4B, H; 5D.

Talo biestromático con forma de cintas, color verde manzana, unidos por una base en forma de cuña; márgenes li-

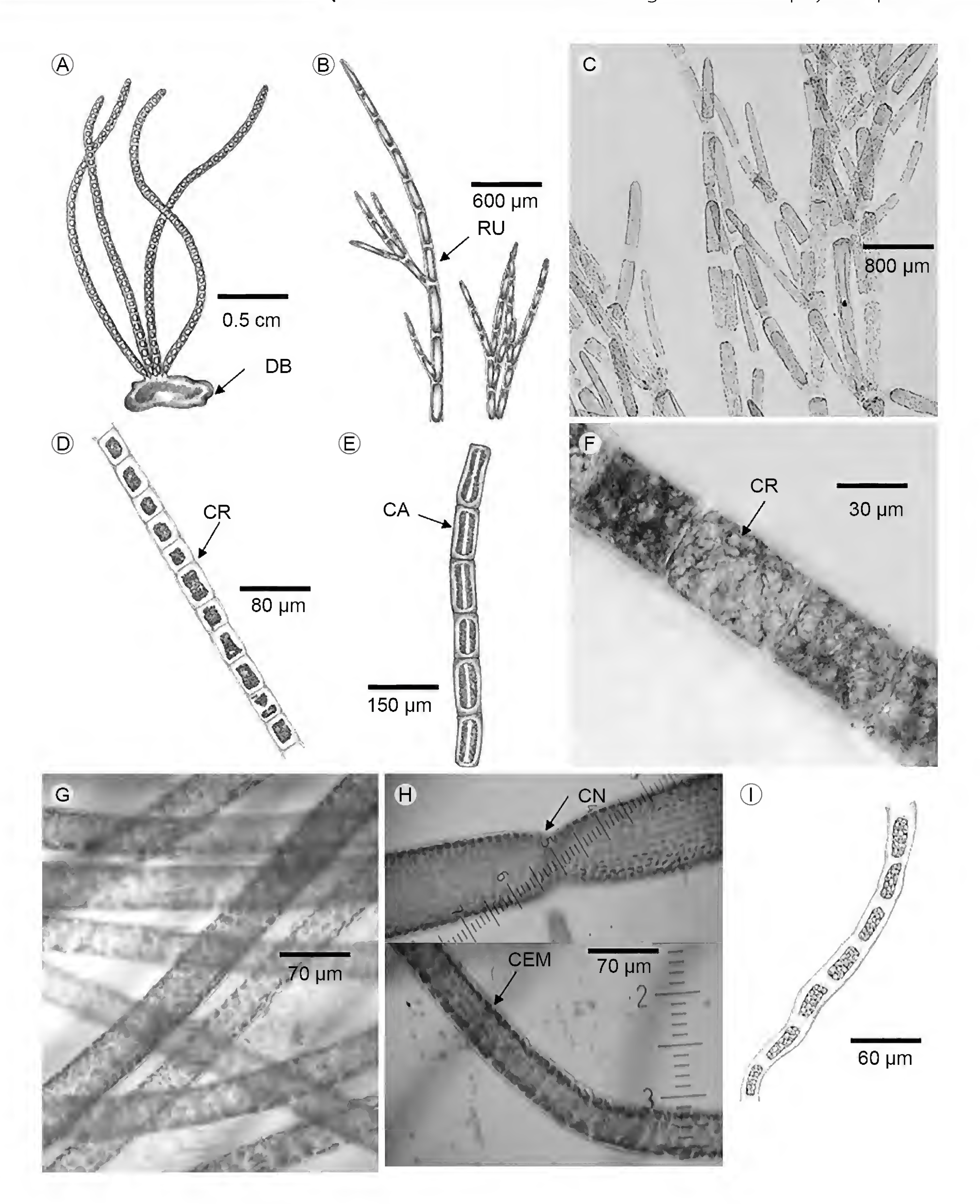
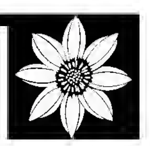


Figura 3: A. talo de *Chaetomorpha nodosa* Kütz., disco basal (DB); B. talo de *Cladophora* sp., parte media y apical, hacia el ápice la ramificación es unilateral (RU); C. *Cladophora vagabunda* (L.) Hoek.; D. *Rhizoclonium crassipellitum* W. & G.S. West., con cloroplastos reticulados (CR); E. *Rhizoclonium riparium* (Roth) Harv., cloroplastos adosados a las paredes (CA); F. *Rhizoclonium tortuosum* (Dillwyn) Kütz., cloroplastos reticulados (CR); G. Talo de *Blidingia marginata* (J. Agardh) P.J.L. Dang. ex Bliding.; H. detalle del talo de *B. marginata,* constricciones en el talo (CN) y las células marginales poliédricas (CEM); I. talo de *Ulothrix flacca* (Dillwyn) Thur.



geramente lobados u ondulados; talo de tamaño irregular de 1-1.8 cm de ancho, de 6.2-9.4 cm de largo; en vista superficial las células presentan disposición irregular, ovaladas a irregulares de 12-16 µm de ancho, de 15-17.5 µm de largo, más alargadas hacia los márgenes y hacia la base.

Ejemplares examinados: MÉXICO. Tabasco, Paraíso, Playa Paraíso Escollera Oeste, 15.VIII.1989, *D. León GM391, GM395, GM401* (FCME), *CA2* (UJAT). Cárdenas, Puerto Andrés Sánchez Magallanes, 27.X.2012, *N. Quiroz et al. CA132* (UJAT).

Referencias: Taylor, 1960; Littler y Littler, 2000; Hayden et al., 2003; Ceballos, 2008; Dawes y Mathieson, 2008.

Ulva flexuosa Wulfen. Fig. 5F.

Talo monostromático, tubular y hueco, color verde brillante, sin ramificaciones, gregarios, creciendo como un mechón; filamentos de 1.7-1.2 cm de longitud, de 0.5-2 mm de diámetro; margen liso con algunas constricciones; células organizadas en filas de formas diversas, rectangulares, ovaladas o cuneadas de 16 µm de largo, de 11µm de diámetro.

Ejemplares examinados: MÉXICO. Tabasco, Paraíso, Playa Paraíso Escollera Oeste, 15.VIII.1989, *D. León GM71, GM401, GM406* (FCME), *CA2* (UJAT); Cárdenas, Puerto Andrés Sánchez Magallanes, 27.X.2012, *N. Quiroz et al. CA132* (UJAT).

Referencias: Mendoza-González y Mateo-Cid, 1996; Littler y Littler, 2000; Hayden et al., 2003; Ceballos, 2008; Dawes y Mathieson, 2008.

Ulva intestinalis L. Figs. 4C; 5A, E.

Talos tubulares huecos, gregarios, de color verde-amarillento; márgenes lisos, lobados u ondulados, hacia la parte superior se contornean; talo de 2.6-7.3 cm de longitud, de 0.5-6 mm de ancho, cilíndrico de la base al centro, se va aplanando hacia el ápice; células sin un patrón de organización en vista superficial, de formas variadas, rectangulares con bordes redondeados, cuadradas, ovaladas e irregulares, de 5-12.5 µm de ancho, de 7.5-17.5 µm de largo.

Ejemplares examinados: MÉXICO. Tabasco, Paraíso, Playa Paraíso Escollera Oeste, 15.VIII.1989, *D. León GM391* (FCME); Cárdenas, Puerto Andrés Sánchez Magallanes, 2.IV.2011, *J. Zamudio CA114* (UJAT); 27.X.2012, *N. Quiroz et al. CA140* (UJAT); 02.IX.2012, *O. Hernández CA246* (UJAT).

Referencias: Mendoza-González y Mateo-Cid, 1996; Littler y Littler, 2000; Dawes y Mathieson, 2008.

Ulva lactuca L. Figs. 4D; 5B.

Talo laminar de color verde claro con márgenes ondulados, base en forma de cuña; talo de 3.1-7-4 cm de largo, de 0.8-1.4 cm de ancho; células con disposición irregular en vista superficial, ovaladas, poliédricas a irregulares; en corte transversal se observa una separación entre membranas de 5 µm, células más largas que anchas de 5-10 µm de ancho, de 15-20 µm de largo.

Ejemplares examinados: MÉXICO. Tabasco, Paraíso, Puerto de Dos Bocas, 26.V.2008, *M. Ricardez CA89* (UJAT); Cárdenas, Puerto Andrés Sánchez Magallanes, 02.IV.2011, *J. Zamudio CA211* (UJAT).

Referencias: Taylor, 1960; Littler y Littler, 2000; Ceballos, 2008.

Ulva prolifera O.F. Müller. Fig. 4F.

Talo filamentoso, tubular, color verde claro, crecimiento gregario como un mechón de pelo; márgenes de los filamentos lisos, con ligeras ondulaciones y constricciones; talo de 2.5-4.6 cm de largo, de 0.5-2 mm de diámetro; ramificación hacia la base, se observa un eje principal del que parten las ramas; la ramificación disminuye hacia la parte media y apical; células con una organización longitudinal y transversal en vista superficial, de forma rectangular a irregulares de 4-10.8 µm de largo, de 4.2-7.2 µm de diámetro.

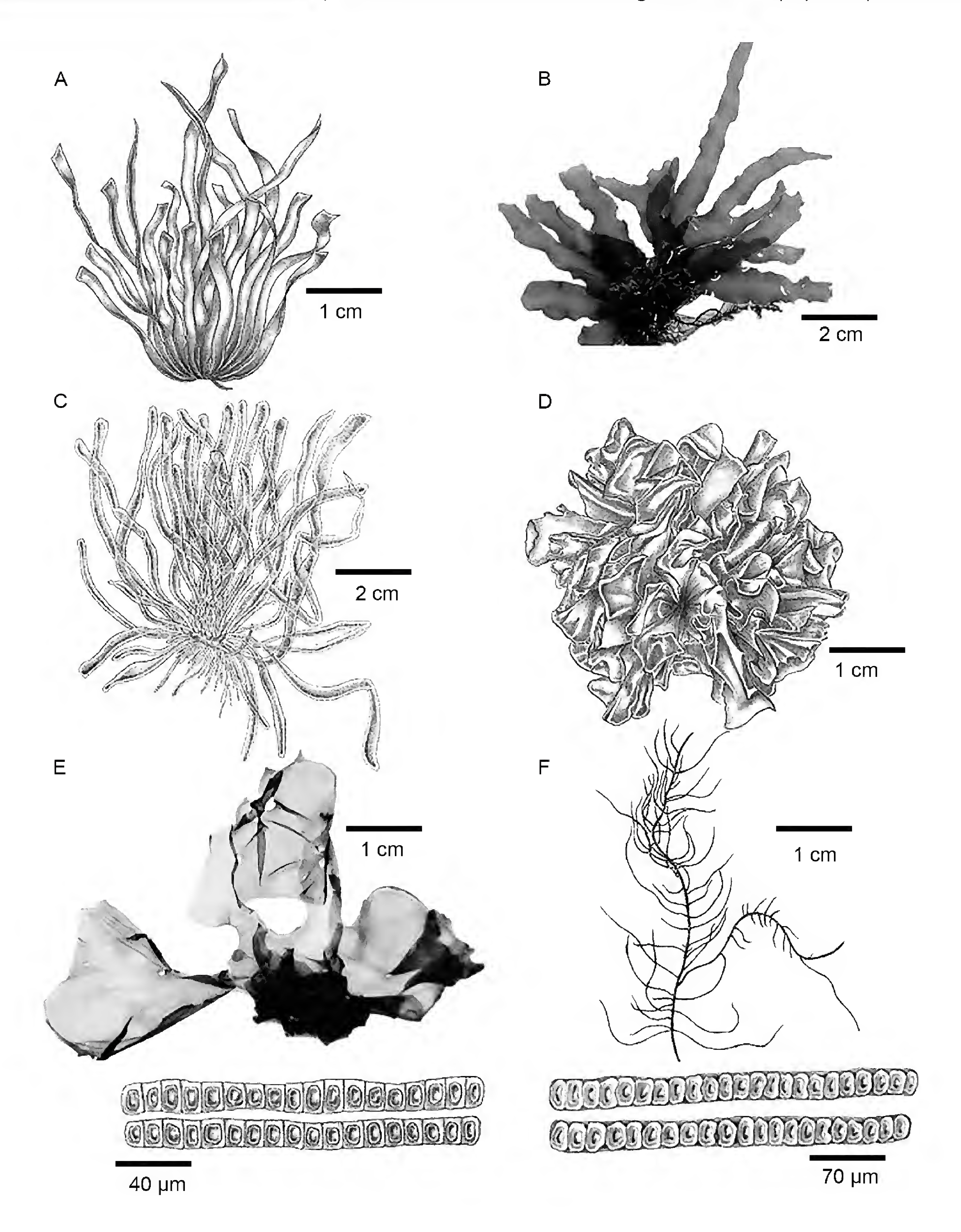


Figura 4: A. talo de *Ulva compressa* L.; B. talo de *Ulva fasciata* Delile., se observan láminas con forma de cinta; C. talo de *Ulva intestinalis* L.; D. talo de *Ulva lactuca* L., con frondas rizadas; E. talo de *Ulva rigida* C. Agardh.; F. talo de *Ulva prolifera* O.F.Müller., se observan las ramificaciones; G. corte transversal de *U. compressa* L.; H. corte transversal de *U. linza* L.

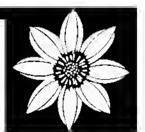


Figura 5. A. corte transversal de *Ulva intestinalis* L.; B. corte transversal de *Ulva lactuca* L., dos células de grosor; C. corte transversal de *Ulva rigida* C. Agardh.; D. vista superficial de las células de *Ulva fasciata* Delile., células con forma y disposición irregular; E. vista superficial de las células de *Ulva intestinalis* L., de forma irregular y sin un patrón de acomodo; F. vista superficial de las células de *Ulva flexuosa*; G. y H. talo de *Ulva rigida*, células con disposición irregular, dentículos intermitentes (DI).

Ejemplares examinados: MÉXICO. Tabasco, Paraíso, Playa Paraíso Escollera Oeste, 15.VIII.1989, *D. León CA2* (UJAT).

Referencia: Taylor, 1960; Hayden et al., 2003; Dawes y Mathieson, 2008.

Ulva rigida C. Agardh. Figs. 4E; 5C, H.

Talo laminar de color verde oscuro de 3-14 cm de largo; láminas rizadas, de márgenes ondulados, abundantes dentículos microscópicos intermitentes; células en vista superficial sin un patrón de acomodo, redondeadas, cuadradas e irregularmente poliédricas, de 3-8 µm de diámetro; pirenoides 1 o 2 por célula.

Ejemplares examinados: MÉXICO. Tabasco, Cárdenas, Puerto Andrés Sánchez Magallanes, 27.X.2012, *N. Quiroz et al. CA131 y CA132* (UJAT); 27.X.2012, *I. Torres y C. Guerrero CA163 y CA203* (UJAT); 02.IX.2012, *O. Hernández CA243* (UJAT).

Referencia: Littler y Littler, 2000.

Discusión

La temperatura media anual superficial del agua de las costas de Tabasco es de 25 °C, lo que indica que la ficoflora aquí listada queda comprendida dentro del intervalo de distribución tropical de algas marinas en relación con la temperatura del agua (Dawes, 1991). Lo mismo fue señalado por Sentíes y Dreckmann (2013), quienes mencionan que la ficoflora litoral del estado está cercana a iniciar una zona de transición hacia la flora caribeña, más que hacia la templada.

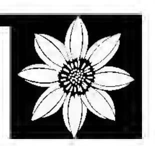
Las especies previamente reportadas por Sentíes y Dreckmann (2013) para Tabasco (Cuadro 4) no se encontraron durante el desarrollo de este trabajo, a pesar de que las épocas de muestreo en ambos estudios fueron las mismas, difiriendo únicamente un año entre éstos. Sin embargo, solo se comparte una localidad entre los trabajos, que es el Puerto Andrés Sánchez Magallanes. El resto de las localidades exploradas durante este estudio no fueron visitadas por Sentíes y Dreckmann (2013), lo que podría explicar la diferencia entre las especies reportadas en los dos trabajos. Respecto a las épocas de muestreo, el mayor número de especies se encontró en la temporada de lluvias, coincidiendo con lo reportado por otros autores para la región (Ortega et al., 2001; Callejas-Jiménez et al., 2005).

Según lo presentado por Ortega et al. (2001), Mateo-Cid et al. (2013) y Sentíes y Dreckmann (2013), las Ulvophyceae determinadas en el área de estudio presentan afinidad con las reportadas para Campeche y Veracruz. De las 17 especies descritas en este trabajo, 15 se han reportado para el litoral de Campeche, mientras que ocho forman parte de la flora algal de Veracruz, mostrando una distribución continua entre las tres entidades federativas. Especies como *Ulva lactuca, U. fasciata*, *U. prolifera*, *U. flexuosa* y *Rhizoclonium riparium* fueron reportados por Garduño-Solórzano et al. (2005) como de distribución continua entre los estados del Golfo de México.

La afinidad ficoflorística de Tabasco respecto a los estados adyacentes puede explicarse por la existencia de corrientes costeras provenientes de la plataforma de Tamaulipas, que circulan sobre Veracruz y Tabasco, hasta llegar a Campeche principalmente en otoño e invierno (Zavala et al., 2005). Estas corrientes tropicales, aunadas a los intervalos de temperatura y características físicas de la costa como la presencia y tipo de sustrato, determinan cuales

Cuadro 4: Especies reportadas previamente por Sentíes y Dreckmann (2013) para las costas de Tabasco.

ULVOPHYCEAE
Anadyomenaceae
Anadyomene menziesii (J.E. Gray) J. Agardh
Caulerpaceae
Caulerpa microphysa (Weber-van Bosse) Feldmann
C. peltata J.V. Lamour.
C. prolifera (Forssk.) J.V. Lamour.
Codiaceae
Codium isthmocladum Vickers



especies migran y cuales se establecen (Ramírez, 1995).

Tomando en cuenta los resultados de este estudio y los registros previos de otros autores, el número de especies de algas marinas para Tabasco asciende de 50 a 67, lo que representa 6.3% del número total de macroalgas marinas citado para el Atlántico mexicano (Pedroche y Sentíes 2003), así como 11% del número de especies para el Golfo de México (Ortega et al., 2001). Con relación al número de Ulvophyceae registradas para el Golfo de México, este trabajo presenta 14% de las especies dadas a conocer para esta región.

En comparación con el resto de los estados costeros del país, Tabasco presenta una riqueza específica baja de Chlorophyta, sobre todo si se toma en cuenta que el resto de las entidades, excepto Chiapas y Colima, tienen valores por encima de las 30 especies en sus inventarios florísticos (Pedroche et al., 2009). En relación a los estados del Atlántico mexicano, la diferencia en el número de especies de Tabasco con Tamaulipas, Campeche, y especialmente con Quintana Roo, Veracruz y Yucatán, son considerables. Sin embargo, estos sitios han sido ampliamente explorados, mientras que en Tabasco únicamente se han trabajado 12 localidades hasta el momento.

Se observa la mayor riqueza específica en las localidades con escolleras (Playa Paraíso y Puerto Andrés Sánchez Magallanes), lo cual coincide con lo indicado por Mendoza-González y Mateo-Cid, (1996). Según Taylor (1960) las estructuras de fijación tales como discos o hapterios se adhieren mucho mejor a las rocas que a cualquier otro sustrato, posibilitando así el incremento de su diversidad, mismas que fueron las formas de adhesión al sustrato más frecuentes en los ejemplares descritos.

Taylor (1960) señala que los sustratos expuestos al oleaje, como las escolleras, exhiben gran diversidad de algas marinas. En el Puerto Andrés Sánchez Magallanes se encontraron especies que toleran la exposición al fuerte oleaje y a la insolación, es el caso de *Chaetomorpha antennina, Ulva fasciata* y *U. rigida.* En la escollera Oeste de Playa Paraíso, las algas están sujetas a condiciones similares que las del Puerto Andrés Sánchez Magallanes; allí se encontraron *Caulerpa sertularioides* f. *brevipes, Chaetomorpha antennina*, *U. fasciata, U. flexuosa* y *U. intestinalis.*

La baja riqueza especifica en Centla puede atribuirse a la falta de sustratos que favorecen el desarrollo de macroalgas, ya que dicho sitio se caracteriza por la presencia de playas limo-arcillosas, y las desembocaduras de los ríos González, Grijalva, y San Pedro y San Pablo, que modifican el aporte de nutrientes, sedimentos y salinidad de la costa. Respecto a los sustratos, 46% de las especies se encontraron en los de tipo artificial, predominando las rocas formadoras de escollera. Esta influencia de origen humano es cada vez más común; los sustratos artificiales comenzaron a citarse en estudios ficológicos a partir de 1958 (Garduño-Solórzano et al., 2005). Estos autores encontraron a *Chaetomorpha antennina* y a *Ulva fasciata* desarrollándose en escolleras, a *U. flexuosa* y *U. compressa* L. creciendo sobre madera, sustrato en él que también crece *U. intestinalis*. En cuerdas de lancha reportan a *Rhizoclonium riparium*, mientras que *Ulothrix flacca* fue observada en cables de polipropileno. Estos últimos no se registraron durante el desarrollo de este estudio, donde las algas se encontraron creciendo en bolsas de plástico, costales o telas.

Las conchas del ostión (*Crassostrea virginica*) fueron el sustrato de origen animal más común. En general los organismos con concha son considerados hospederos de numerosas comunidades algales, ya que representan una excelente forma de dispersión tal como señala Ramírez (1995). Para el caso de este estudio se encontraron algas sobre algunos caracoles con vida que no fueron identificados taxonómicamente. Once % de las algas estaban flotando, especies como *Rhizoclonium riparium*, *Chaetomorpha gracilis* y *Ulotrhix flacca* también fueron reportadas como flotadoras por Garduño-Solórzano et al. (2005).

El género *Ulva* presentó la mayor riqueza específica (7 especies) así como la mayor distribución en el estado de Tabasco, encontrándose en cuatro de las siete localidades consideradas en este trabajo. Esto se relaciona con la capacidad que tienen las especies de este género para crecer en distintos hábitats con grandes diferencias de

salinidad, temperatura, turbidez y composición química, como son los ambientes muy enriquecidos con nutrientes procedentes de los ríos o en zonas donde existen contaminantes. Además, se fijan a diferentes tipos de sustratos duros, como rocas, maderas y cuerdas entre otros (Rast y Holland, 1988; Cano-Mallo, 2008). Esta alta capacidad para tolerar condiciones que para otras algas pueden tornarse adversas les permiten a las especies de *Ulva* prosperar en ambientes como los de Tabasco.

Chaetomorpha nodosa ha sido registrada en Brasil, Chile, Guyana y Venezuela (Taylor, 1960; Wynne, 2011; Guiry y Guiry, 2016), siendo la primera vez que se reporta para las costas de México. Es posible que algas como *Cladophora* sp. requieran más adelante el desarrollo de estudios moleculares, ya que sus características morfológicas no permiten una clara identificación a nivel de especie.

Conclusiones

Se considera que a pesar del aporte que representa este trabajo al conocimiento de la ficoflora de Tabasco, es indispensable seguir realizando exploraciones ficológicas a lo largo de la costa y actualizar la información acerca de las especies de la región. Datos como su distribución, estacionalidad, características morfológicas, anatómicas y reproductivas son necesarias y pueden encaminar al desarrollo de futuras investigaciones aplicadas para el aprovechamiento de estos recursos.

Contribuciones de autores

NQ, DL Y MR llevaron a cabo las recolectas de material en las áreas de muestreo. NQ realizó la revisión del material de herbario, la elaboración de preparaciones, la toma de medidas, así como la identificación y descripciones de los ejemplares. DL y MR corroboraron la identificación taxonómica. NQ escribió el manuscrito con el apoyo de DL y MR. Todos los autores contribuyeron a la discusión, revisión y aprobación del manuscrito final.

Financiamiento

El estudio no tuvo financiamiento por parte de ningún proyecto.

Agradecimientos

Agradecemos a Silvia Capello García y María de los Ángeles Guadarrama por el apoyo brindado con los equipos e instalaciones para el procesamiento e identificación de las muestras, a Miguel A. Ortiz Ramos y Diego A. Falcón Vidal por su apoyo en campo. A Carolina Campos por su apoyo con las ilustraciones.

Literatura citada

Ardito, S. y M. García. 2009. Estudio ficológico de las localidades de Puerto Francés y San Francisquito, Estado Miranda, Venezuela. Acta Botanica Venezuelica 32(1): 113-143.

Callejas-Jiménez, M. E., A. Sentíes y K. M. Dreckmann. 2005. Macroalgas de Puerto Real, Faro Santa Rosalía y Playa Preciosa, Campeche, México, con algunas consideraciones florísticas y ecológicas para el estado. Hidrobiológica 15(1): 89-96.

Cano-Mallo, M. 2008. Bases biológicas de *Ulva fasciata* Delile, (Chlorophyta) para su posible explotación, al oeste de la Habana, Cuba. Tesis de doctorado. Universidad de la Habana. La Habana, Cuba. 150 pp.

Castellaro, G., F. Squella, T. Ullrich, F. León y A. Raggi. 2007. Algunas técnicas microhistológicas utilizadas en la determinación de la composición botánica de dietas de herbívoros. Agricultura Técnica 67(1): 86-93. DOI: http://dx.doi.org/10.4067/S0365-28072007000100011

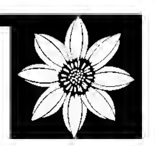
Ceballos, B. 2008. Las Clorofitas marinas (Chlorophyta) en el arrecife Ingeniero (Penacho del Indio), Mpio. de Boca del Rio, Veracruz. Tesis de licenciatura. Universidad Veracruzana. Veracruz, México. 89 pp.

Dawes, C. 1991. Botánica marina. Ed. Limusa. México, D.F., México. 673 pp.

Dawes, C. y A. Mathieson. 2008. The seaweeds of Florida. University Press of Florida. Gainesville, USA. 592 pp.

Dreckmann, K. y G. De Lara-Isassi, 2000. *Gracilaria caudata* J. Agardh (Gracilariaceae, Rhodophyta) en el Atlántico mexicano. Hidrobiológica 10(2): 125-130.

Dreckmann, K., A. Sentíes, F. Pedroche y M. Callejas 2006. Diagnóstico florístico de la ficología marina bentónica en Chiapas. Hidrobiológica 16(2): 147-158.



Garduño-Solórzano, G., J. Godínez-Ortega y M. Ortega. 2005. Distribución geográfica y afinidad por el sustrato de las algas verdes de las costas del Golfo de México y Mar Caribe. Boletín de la Sociedad Botánica de México 76: 61-78.

González-González, J., M. Gold-Morgan, H. León-Tejeda, C. Candelaria, D. León-Álvarez, E. S. Zaragoza y D. Fragoso. 1996. Catálogo onomástico (nomenclator) y bibliografía indexada de las algas bentónicas marinas de México. Cuadernos No. 34. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F., México. 492 pp.

Guiry, M. y G. Guiry. 2016. AlgaeBase. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. http://www.algaebase.org; Consultado el 25 de mayo de 2015.

Hayden, H., J. Blomster, C. Maggs, P. Silva, M. Stanhope y J. Waaland. 2003. Linnaeus was right all along: *Ulva* and *Enteromorpha* are not distinct genera. European Journal of Phycology 38(3): 277-294. DOI: http://dx.doi.org/10.1080/1364253031000136321

Littler, D., M. Littler, K. Bucher y J. Norris. 1989. Marine plants of the Caribbean, a field guide from Florida to Brazil. Smithsonian Institution Press. Washington, D.C., USA. 263 pp.

Littler, D. S. y M. M. Littler. 2000. Caribbean reef plants: an identification guide to the reef plants of the Caribbean, Bahamas, Florida and Gulf of Mexico. Offshore Graphics. Washington, D.C., USA. 542 pp.

Lot, A. y F. Chiang. 1986. Manual de herbario. Consejo Nacional de la Flora de México, A.C., México, D.F., México. 142pp.

Mateo-Cid, L., C. Mendoza-González, A. Ávila-Ortiz y S. Diaz-Martinez. 2013. Algas marinas bentónicas del litoral de Campeche, México. Acta Botanica Mexicana. 104: 53-92.

Mendoza-González, C. y L. Mateo-Cid. 1996. Contribución al estudio de la ficoflora marina de la costa del estado de Chiapas, México. Polibotánica 2: 61-118.

Miranda, A., C. Wallace, G. Limoeiro y L. Souza. 2009. Os gêneros *Chaetomorpha* Kütz. nom. cons. e *Rhizoclonium* Kütz. (Chlorophyta) do litoral do Estado da Bahía, Brasil. Revista Brasileira Botanica 32(3): 545-570. DOI: http://dx.doi.org/10.1590/S0100-84042009000300014

Morón, M. y S. Ardito. 2010. Estudio ficológico del litoral rocoso de Isla Larga, Parque Nacional San Esteban, estado Carabobo, Venezuela. Acta Botanica Venezuelica 33(2): 167-185.

Orozco, H. y K. Dreckmann. 1995. Macroalgas estuarinas del litoral del Golfo de México. Cryptogamie Algologie 16(3): 189-198.

Ortega, M. M., J. L. Godínez y G. Garduño Solórzano. 2001. Catálogo de algas bénticas de las costas mexicanas del Golfo de México y Mar Caribe. Comisión Nacional para el Estudio de la Biodiversidad y Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F., México. 594 pp.

Pedroche, F. y A. Sentíes. 2003. Ficología marina mexicana. Diversidad y Problemática actual. Hidrobiológica 13(1): 23-32.

Pedroche, F., A. Sentíes, E. Novelo y M. Meave. 2009. Tomo II: Ciencias biológicas: algas, pasado, presente y futuro en México. In: Ramírez, J. (ed.). Cosmos: Enciclopedia de las ciencias y la tecnología en México. Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa; Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. México, D.F., México. 55-69 pp.

Peruzzi, V., D. Rezende, N. Marcello, Y. Yoneshigue y R. Clapis. 2009. Four new additions to the marine flora of Fernando de Noronha Archipelago, Tropical western South Atlantic Ocean. Check List 5(2): 210-215.

Ramírez, A. 1995. Estudio preliminar de las algas rojas (Rhodophyta) del litoral del Estado de Tabasco. Tesis de licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México. Tlalnepantla, Estado de México, México. 66 pp.

Rast, W. y M. Holland. 1988. Eutrophication of lakes and reservoirs, a framework for making management decisions. AMBIO 17(1): 2-12.

Sánchez, A. y E. Barba. 2005. Capítulo I: Biodiversidad de Tabasco. In: Bueno, J., F. Álvarez y S. Santiago (ed.). Biodiversidad del Estado de Tabasco. Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México-Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de Biodiversidad. México, D.F., México. 1-16 pp.

Sentíes, A. y K. Dreckmann. 2013. Lista actualizada de las macroalgas de Tabasco, México. Acta Botanica Venezuelica 36(2): 109-117.

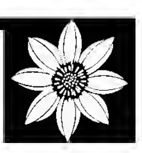
Solé, M. y P. Pardo. 2010. Ficoflora Marina del Sur de la Península de Macanao, Isla de Margarita, Venezuela. II. Rhodophyta. Acta Botanica Venezuelica 33(2): 187-211.

Taylor, W. R. 1960. Marine algae of the eastern tropical and subtropical coast of the Americas. University of Michigan Press. Ann Arbor, USA. 870 pp.

West, R., N. Psuty y B. Thom. 1985. Las tierras bajas de Tabasco en el Sureste de México. Instituto de Cultura de Tabasco. Villahermosa, México. 416 pp.

Wynne, M. J. 2011. A checklist of benthic marine algae of the tropical and subtropical western Atlantic: third revision. Nova Hedwigia Beiheft. 140: 1-166.

Zavala, J., O. Salmerón, V. Aguilar, S. Cerdeira y M. Kolb. 2005. Caracterización y regionalización de los procesos oceanográficos de los mares mexicanos. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) http://www.conabio.gob.mx/gap/index.php/Procesos_oceanogr%C3%A1ficos (consultado en marzo de 2015).



AGRADECIMIENTOS

El comité editorial de *Acta Botanica Mexicana* agradece a los siguientes investigadores su colaboración como árbitros durante el año 2016.

Alba Luz Arbeláez
Alejandro Casas Fernández
Alexander Vridjaghs
Alexaner Rojas
Alma Piñeyro Nelson
Ana Luisa Albarrán
Arturo Mora Olivo
Áurea Maria Randi
Betiana Angulo
Blanca León
Calixto León Gómez
Carlos Beutelspacher Baigts
Carlos Ostolaza Nano
Carlos Reynel
Carlos Zamora Tovar
Carmen Mandujano
Celso Gutiérrrez Báez
Clara L. Tinoco Ojanguren
Daniel Tejero
Douglas C. Daly
Edgar Cabrera Cano
Eduardo Alanís Rodríguez
Elvira Aguirre Acosta
Enrique Martínez Hernández
Esteban Martínez Salas
Fernando B. Matos
Frédérique Reverchon
García Villanueva Eduardo
George Schatz
Gloria Garduño Solórzano
Gonzalo Castillo Campos
Guadalupe Palomino
Héctor Hernández Macías
Hiro Shimai
Hugo López Rosas
Iván Valdespino
Jaime Rivera Hernández
Jerónimo Reyes Santiago
Jesús Valdés Reyna
Joaquina Albán
Joel David Flores Rivas
Jorge B. Jiménez
José Ángel Villarreal Quintanilla
José Guadalupe Marmolejo
José Luis León de la Luz
José Luis Villarruel Ordaz
José Salvador Flores Guido
Josefina Barajas Morales
Juan Arroyo
Juan Enrque Fornoni Agnelli
Juan Francisco Morales
Juan Javier Ortiz Díaz
Leonardo O. Alvarado Cárdenas
Liberato Portillo
Lucia Lohmann
Luis Eguiarte Furns
Luis G. Hernández Sandoval
Luz Elena Mateo Cid
Socorro González Elizondo
Ma. Cristina Tellería
Ma. del Rosario García Peña
Ma. del Rosario Redonda Martínez
Ma. Fernanda Martínez Velarde
Maarten Christenhusz
Marco Antonio Guzmán Lucio
Margarita Collazo
María del Carmen Mandujano S.
Marlene Lapp
Martha Gual
Martha Martínez Gordillo
Martín Mata Rosas
Massimiliano Dematteis

Mastretta Yanes Alicia
Mauricio Cisternas
Michael Sundae
Oscar Soto Arellano
Patrick Di Martino
Paulo Labiak
Pedro Mercado
Ramiro Cruz Durán
Richard Felger
Richard Spellenberg
Robbin C. Moran
Roberto Lindig Cisneros
Rodolfo Aniceto Solano Gómez
Rosalinda Medina Lemos
Rosario Medel
Santiago Chacón
Silvia Romero Rangel
Tuna Uysal
Verónica Juárez Jaimes
Víctor Manuel Chávez Ávila
Willams J. León H.
Yolanda Herrera Arrieta